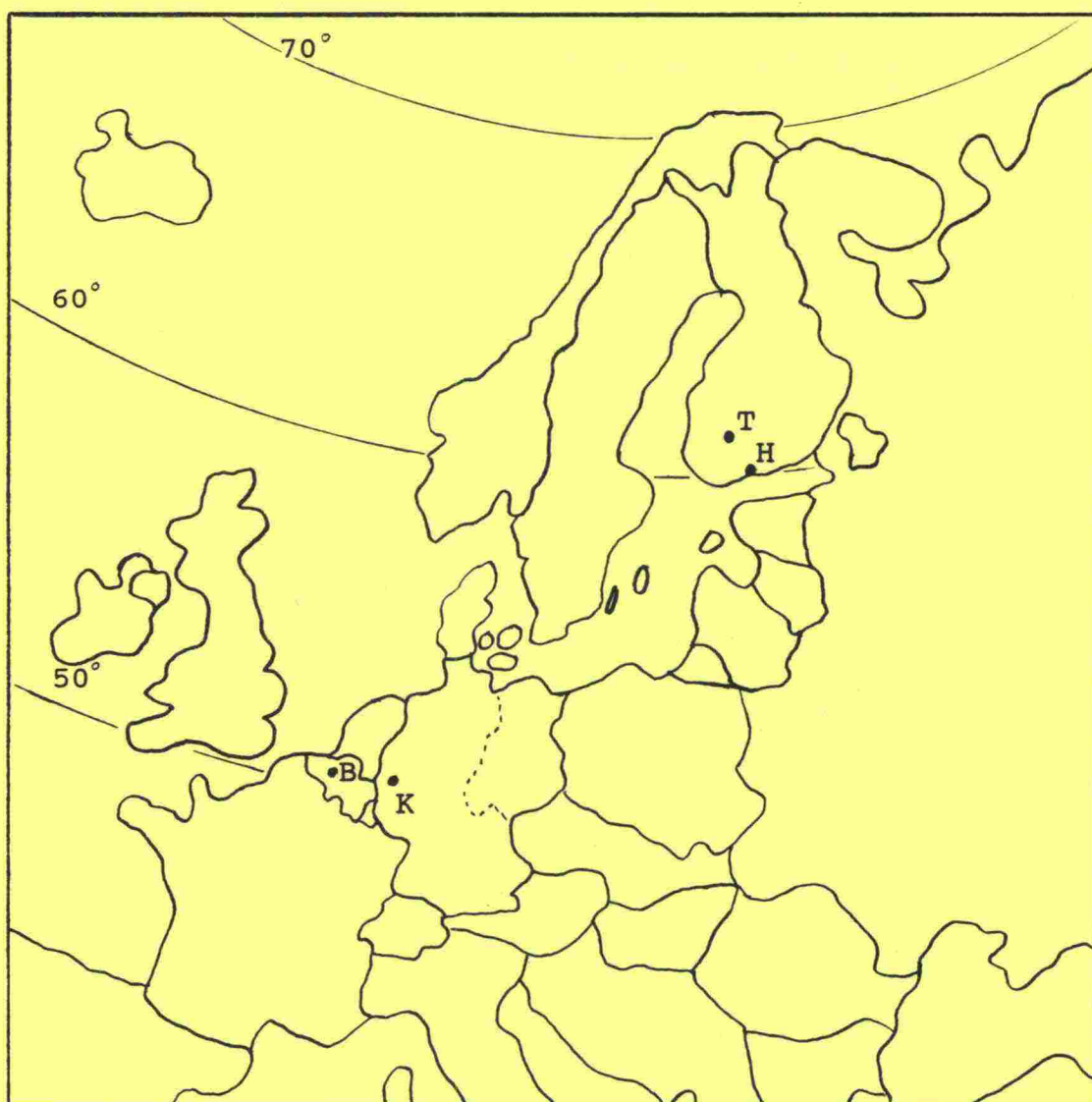




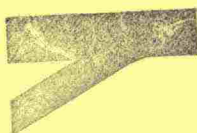
HÄMEEN TIEPIIRIN RAKENTAJIEN  
OPINTOMATKA SAKSAAN JA BELGIAAN  
8. - 15.9.1991

M A T K A K E R T O M U S



TAMPERE 1992

91 HÄM



**Tielaitos**  
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 930030

Nidenro: 930035

HÄMEEN TIEPIIRIN RAKENTAJIEN OPINTOMATKA  
SAKSAAN JA BELGIAAN 8.-15.9.1991

MATKAKERTOMUS

**ESIPUHE**

Hämeen tiepiirin rakennustoimialan edustajat tekivät 8.-15.9.1991 opintomatkan Saksaan ja Belgiaan. Mielenkiinnon pääkohteina olivat ympäristökysymykset (erityisesti melu- ja pohjavesiasiat) ja betonitietekniikka. Haluttiin myös saada tietoa Euroopan yhteisön vaikutuksesta rakennuttamiseen sekä rakentamisen normiston yhdenmukaistumiseen.

Yhteydet isäntämaihin ja tarkan matkaohjelman em. tavoitteiden pohjalta järjesti asiantuntevasti insinööri Lothar Mallon Liikennetekniikka Oy:stä. Hän toimi myös koko matkan ajan ansiokkaana tulkina. Hotelli- ja lippuvaraukset hoiti Wiitamatkat Oy. Matkan käytännön asioiden järjestelijänä toimi Seppo Levänen. Matkanjohtaja oli Eero Karjaluo.

Tähän kuvapitoiseen raporttiin on koottu matkan keskeisimmät vaikutteet. Saksassa sai sen kuvan, että kaikki ympäristöllisesti hyväksyttävät hankkeet voitiin aina toteuttaa kustannusarvion suuruudesta riippumatta. Belgiassa oli tielaitoksen hajanainen ja monitahoinen organisaatio hämmentävä, mutta betonipääallystetietous työmaakäynteineen matkan parhainta antia. Yllättävä "helmi" löytyi viimeisenä vierailupäivänä: Belgian tietutkimuskeskuksen ajoradan pinnan ominaisuuksia koskevat tutkimukset olivat laajoja, selkeästi esiteltynä sekä todella paljon käytäntöä palvelevia.

Yli-insinööri

Eero Karjaluo

HÄMEEN TIEPIIRIN RAKENTAJIEN OPINTOMATKA  
SAKSAAN JA BELGIAAN 8.-15.9.1991

MATKAKERTOMUS

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE

SISÄLLYSLUETTELO

MATKAOHJELMA

OSANOTTAJALUETTELO

MATKAKERTOMUKSET

YMPÄRISTÖKYSYMYKSET SAKSASSA Veikko Ranta	1
GEOTEKNISET TUTKIMUKSET Heikki Koski	4
BETONIPÄÄLLYSTEET Juhani Hyörinen, Risto Pelttari	7
URAKOINTI SAKSASSA JA BELGIASSA Eero Haavisto, Lasse Kristeri	13
BELGIAN TIETUTKIMUSKESKUS, BRRC Eero Haavisto, Lasse Kristeri	19
RHEINBRÜCKE KÖLN-RODENKIRCHEN Pentti Koivisto	21
KÖLNIN MOOTTORITIEBESTARIPPIRI Arto Kari	33
PÄÄLLYSTEEN KULUTUSPINTA JA LIIKENNEMELU Runo Uusitalo	38



TIELAITOS  
Hämeen tiepiiri  
Rakennustoimiala

ULKOMAANEKSKURSIO 8...15.9.1991

M a t k a o h j e l m a

su	8.9	13.00	Lähtö Tampereelta, linja-autoasema laituri 5
		15.45	Saapuminen Helsinki-Vantaan lentokentälle
		17.00	Lento LH 1285 Düsseldorfin
		18.30	Saapuminen Düsseldorfin ja linja-automatka Sieburgiin
		20.30	Majoittuminen hotelliin Kaiserhof

ma	9.9	7.30	Lähtö Bensbergiin, Saksan tiealan tutkimuslaitos (Bundesanstalt für Strassenwesen, BAST)
		8.15	Vastaanotto Dipl.-Ing. Canavan, kansainväliset suhteet
		8.20	Tervehdys Direktor und Prof. Dipl.-Ing. Canisius
		8.30	Diaesityelmä: BAST:n organisaatio ja tehtävät

ESITELMÄT:

9.00	Immissionsuojelu, luonnonsuojelu, maisemanhoito, Oberregierungsrat Dr. Ullrich
10.00	Ympäristön huomioonottaminen tienrakennuksessa, Oberregierungsrat Strunk
11.00	Maan stabilointi ja parannus, geotekstiilit, Oberregierungsrat Dr. Thamm
12.00	Ruokailutauko
13.00	Ajoratapäällysteet Dipl.-Ing. Roder
14.00	Betoniset ajoratapäällysteet Dipl.-Ing. Knepper
15.00	Lähtö hotelliin
16.30	Lähtö Sieburgin opastetulle kaupunkierrokselle, kesto n. 90 min.

ti 10.9	8.00	Lähtö Siegburgista Kölniin Nordrhein-Westfalenin osavaltion Reinin- maan osa-alueen tielaitos (Landschaftsverband Rheinland, LVR)
	9.00	Tervehdys Leitender Landesbaudirektor Bonn ESITELMÄ: Tie- ja siltarakentamisen urakointi Landesbaudirektor Burre Tilaisuus keskusteluun
	10.45	Lähtö Rodenkirchenin Reinijokisillan työ- maatoimistoon
	11.00	Hankkeen esittely, Landesbaudirektor Schiller Esitelmä sillan muutos- ja leventämis- työstä Landesoberbaurat Dünnebacke Käynti sillan ja moottoritien työmaalla Landesoberbaurat Dünnebacke ja DI Behle
	13.00	Mahdollisuus ruokailuun läheisessä ravin- tolassa
	14.00	Lähtö Kölnin (moottori)tiemestaripiiriin
	14.45	Tiemestaripiirin tukikohdan sekä Köln- Aachenin moottoritien liikenneohjausjär- jestelmän esittely Landesbauamtsrat Brücke
	16.00	Lähtö Bonniin
	17.00	Kiertoaajelu Bonnissa
	18.00	Lähtö Kölniin
	19.00	Saapuminen hotelliin Flandrischer Hof
ke 11.9	7.45	Lähtö Kölnistä Düsseldorfin lentokentälle
	9.00	Lentokentän betonisen kiitoradan työmaa- käynti Saksan sementtiteollisuuden keskusliitto, Düsseldorfin rakentamisneuvontatoimisto (Bauberatung Zement), Dipl.-Ing Kampen
	11.00	Lähtö Kölniin
	12.00	Kölnin opastettu kaupunkikiertoajelu n. 2 h
	16.00	Lähtö kohti Brysseliä
	19.30	Majoittuminen hotelliin Albert Premier

to 12.9	9.00	Lähtö opastetulle kiertoajelulle n. 3 h.
	12.45	Saapuminen Belgian tielaitoksen tiloihin
	13.00	Tervehdys ja tielaitoksen esittely L. Heleven ja J. Chavet (tielaitos)
	13.30	Betonipäällysteet, keskustelu P. Sion ja L. Hendrikx (Belgian sementti- teollisuuden liitto) sekä F. Fuchs (tie- tutkimuskeskus)
	14.15	Esitelmä Genappen teräsbetonitiestä J.P. Storrer ja B. Serruys
	14.30	Lähtö Genappen tietyömaalle
	15.00	Työmaan esittely Urakoitsija TRAMO, Mr Van der Borgh
	17.00	Paluumatka Brysseliin muita ei-raudoitet- tuja betiniteitä katsellen
	18.00	Saapuminen Brysseliin

pe 13.9	8.45	Lähtö Sterrebeekiin, Belgian tietutkimus- keskuksen (BRRC) laboratorioihin
	9.30	Tervehdys ja BRRC:n esittely G. van Heystraeten, C.E., Head of theAs- sistance to Professionals and Promotion Division

#### ESITELMÄT:

	10.00	Urakointimenettely Belgiassa P. Debeare, tielaitos
	11.30	Belgian tielaitoksen organisaatio P. Debeare, tielaitos
	11.45	Pohjaveden suojaus M. Thijs, BRRC
	12.30	Mahdollisuus ruokailuun talon ulkopuolel- la
	14.00	Pinnan ominaisuuksien optimointi (esittely pysäköintialueella) G. Descornet, BRRC
	15.00	Meluidat, esitelmä ja video L. Lanoye, tielaitos
	16.00	Johtopäätöksiä ja lähtö
	16.45	Saapuminen hotelliin

la 14.9		Aamupäivä vapaata
	14.00	Lähtö Düsseldorfiin
	18.00	Saapuminen Düsseldorfiin ja majoittuminen hotelliin Alt Graz

su 15.9	7.15	Lähtö junalla (S-Bahn) lentokentälle
	9.00	Lento LH 1282 Helsinkiin
	12.30	Saapuminen Helsinkiin
	14.15	Linja-auton lähtö Tampereelle
	17.00	Saapuminen Tampereelle

TIELAITOS  
Hämeen tiepiiri  
Rakennustoimiala

ULKOMAANEKSKURSIO 8...15.9.1991

O s a n o t t a j a t

Eero Karjaluoto	rakennuspäällikkö
Juhani Hyörinen	projektipäällikkö
Risto Pelttari	projektipäällikkö
Eero Haavisto	työpäällikkö
Seppo Levänen	työpäällikkö
Veikko Ranta	työpäällikkö
Lasse Kristeri	maanlunastusinsinööri
Arto Kari	projekti-insinööri
Pentti Koivisto	projekti-insinööri
Heikki Koski	maatutkimusinsinööri
Runo Uusitalo	työpäällikkö
Lothar Mallon	Liikennetekniikka Oy



## VEIKKO RANTA:

### YMPÄRISTÖKYSYMYKSET SAKSASSA

Saksan liittotasavaltojen liikenneministeriön koe- ja tutkimuslaitos Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST) selvittelee painopistealueenaan ympäristönsuojelua. Ympäristön suojelussa on keskitytty tutkimaan meluntorjuntaan liittyviä kysymyksiä. Tutkimustyö kohdistuu seuraaviin kolmeen osa-alueeseen: Ajoneuvoista syntyvä melu, meluseinät ja ajorata.

-Ajoneuvoista syntyvän melun tutkimisessa on paneuduttu rengasmelun ja mahdollisimman meluttoman rengastyypin selvittämiseen. Selvittelyssä otetaan huomioon myös ajomukavuus ja -turvallisuustekijät mm. renkaiden pito-ominaisuudet.

- Meluseinien tutkimuksissa on pääpaino asetettu melua vähentäviin ominaisuuksiin sekä ulkonäkökysymyksiin.

- Ajoradasta melun synnyttäjänä on tutkittu eri päällystevaihtoehtoja ja päällysteiden yksityiskohtia.

### TIEMELU

Tiemelun syntyminen on ollut tutkimuksen aiheena Saksassa jo noin 20 vuotta. Tutkimusten perusteella on tullut esille seuraavia perustekijöitä:

A.) Melun määrä on riippuvainen liikenteen koostumuksesta, käytettävästä nopeudesta, tien sijainnista korkeussuunnassa ja tien pinnan muodosta (rengasmelu)

B.) Melun leviäminen tiestä poispäin on riippuvainen ympäröivästä maastosta (rakennettu taaajama/vapaa maasto), ilma-virtauksista, kasvillisuudesta sekä rakennetuista meluesteistä.

C.) Melun leviämistä ympäristöön voidaan vähentää tien pinnan laadulla (päällyste), raskaan liikenteen liikennejärjestelyin (ohitustiet), meluaidoin ja erilaisin meluestein, tien korkeusasemallisella suunnittelulla sekä viemällä tie maan alla tunnelissa.

Toimenpiteet melun vähentämisessä meluesterakennelmin ovat riippuvaisia pääasiassa siitä kuinka paljon melua on tarpeen vähentää ja käytettävissä olevasta tilasta. Käytettävissä olevia meluesteratkaisuja ja näiden ominaisuuksia ovat:

- Melusuojaistutukset: Eivät erityisen tehokkaita, mutta sitävästoin hyvin ulkonäöllisesti maastoon sopivia.
- Maavallit: Tehokkaita lähelle tietä sijoitettuna, mutta tilaa tarvitsevia. Meluvalleissa käytetään lisäksi erilaisia istutuksia ulkonäön ja melusitomiskyvyn vuoksi. Lisäksi meluvalleissa käytetään lujitusta, jolla saavutetaan jyrkemmistä seinämistä johtuen tilansäästöä.
- Meluaidat: Meluaidoissa on käytetty erilaisia ratkaisuja ja materiaaleja esim. alumiini, betoni, puu, lasi ja tiili.

Saksassa meluesteitä on rakennettu viimeisten kymmenen vuoden aikana keskimäärin 65 km/vuosi. Keskimääräinen meluesteiden rakennuskustannus on 3 miljoonaa mk/km.

## YMPÄRISTÖN- JA LUONNONSUOJELU

Saksalaisten biologien näkemykseksi on muodostunut että tienrakentaminen on aina luonnon turmelemista. Saksassa, jossa on maailman neljänneksi tihein tieverkosto, on pinta-alasta 1.3 % tietä.

Esimerkiksi uusi moottoritie tarvitsee maa-aluetta keskimäärin 17,6 ha/km.

Uusien teiden rakentaminen aiheuttaa ilmastomuutoksia mm. lämpötilan, tuuliolosuhteiden ja haihtumisen muutosten muodossa.

Lisäksi teiden rakentamisessa muodostuu maa-aluesaarekkeitä, joilta etenkin kasvien ja pieneläinten leviäminen muualle biologisesti parempiin olosuhteisiin estyy. Kasvien ja pieneläinten lisääntymiseen ja säilymiseen vaadittava elintila on 200-800 hehtaaria, mikä useasti ei toteudu uusissa teitä rakennettaessa.

Saksan tiensuunnittelussa ja -rakentamisessa on ympäristön- ja luonnonsuojeluun paneutuminen nykyisin hyvin voimakasta. Tämä tulee esille siten, että ko. asiat on otettu lakiin sisältyviksi.

Ympäristön- ja luonnonsuojeluun liittyviä tutkimusprojekteja on parhaillaan käynnissä seuraavissa asioissa:

- Tien vaikutus ympäristön eläimistöön.
- Tien alle jäävien lammikoiden korvaaminen keinotekoisilla lammikoilla.
- Tien vierialueen mahdollisuus toimia elintilana.
- Tien pientareille keräytyvät vahingolliset aineet.

## MAISEMANHOIDOLLINEN TIENSUUNNITTELU

Saksan lainsäädännössä on tarkoin määritelty tiestä aiheutuvat haittatekijät ja kuinka suuria ne saavat olla. Lisäksi laissa on määritelty korvauskysymykset hyvin yksityiskohtaisesti.

Ympäristönhoitosuunnitelma tulee lain mukaan laatia jokaisesta tiehankkeesta ja se on tiesuunnitelman osa.

Tiensuunnittelu ja -rakentaminen on ohjeistettu yksityiskohtaisesti. Ohjeisto sisältää mm. seuraavia asioita:

- Maisemaan soveltuvan tiensuunnittelun ohje.
- Suunnitteluohje uuden tien suunnittelemisesta vanhan tien viereen.
- Tiensuunnitteluohje metsäisessä maastossa.
- Ohje istutusten käytöstä optisessa ohjauksessa.
- Ympäristöhoidollisten työpiirustusten sisältöä määrittelevä ohje
- Ohjeet kasvien soveltuvuudesta ja käytöstä.
- Ohje työnaikaiseen pensaiden ja puiden suojaamiseen sekä vahinkojen korjaukseen.





Kuva 1. Sadevesien keräys- ja selkeytyslammikko Saksassa moottoritien rampin tuntumassa. Vedet johdettiin lammikoille yläreunassa näkyviä ilmastusportaita myöten.



Kuva 2. Kölnin tiemestaripiirissä käytetty jyrsin, jolla sitomattomasta pientareesta poistettiin epäpuhtaudet. Poistettu aines käsiteltiin ongelmajätteenä.

HEIKKI KOSKI:

# GEOTEKNISET TUTKIMUKSET

SAKSA, BAST, ma 9.9.-91/Dr. Thamm

BAST:n geotekniikan laboratoriossa tutkittiin lähinnä geotekstiilien käyttöä tierakenteissa suodattamiseen, veden johtamiseen ja lujittamiseen.

Tutkimusten pääpaino oli erilaisten geotekstiilien käyttäminen tierakenteiden tukemiseen ja lujittamiseen, sillä esim. massanvaihdoista tuleville kaivumailla on vaikeata löytää läjityspaikkaa.

Laboratoriossa koekuormitettiin neljää luonnollista kokoa olevaa lujitemaatukimuuria. Niistä kaksi oli betonielementtiverhoiltuja, joissa elementit oli ankkuroitu muovisuikaleilla tukimuurin taustatäytteeseen. Muut olivat geotekstiili- ja geoverkkolujitetukimuureja. Kaikki kuormitettiin murtotilaan saakka ja siten saatiin tietoa niiden mitoittamiseksi EY-normeja varten. Lujitemaatukimuureilla voidaan säästää tilaa luiskilta ja samalla välttää rumilta ja massiivisilta betonitukimuureilta. Ne voidaan paremmin sopeuttaa ympäristöön esim. istutuksin. Niiden ongelmana on kuitenkin heikko auringon ultraviolettisäteilyn kesto ja ilkivalta. Tällaisia lujitemaatukimuureja ei ole vielä käytetty Saksassa yhtä betonielementtiverhoiltua kokeilua lukuunottamatta.

Lisäksi laboratoriossa tehtiin mm. lujite- ja suodatinkankaiden jännitys-venymämittauksia, pistekuormituslujuusmittauksia ja läpäisevyysmittauksia. He pitivät meilläkin yleisesti käytettyjä kutomattomia suodatinkankaita hyvinä erottamaan rakennekerroksia pohjamaasta.

Edellämainitut tutkimukset palvelivat koko EY:n aluetta. Muualla ei vastaavia tutkimuksia tehty. Tutkimustulosten perusteella tehtävät tuotestandardit tulevat voimaan koko EY:n alueella.



BELGIA, BRRC, pe 13.9.1991

## SALAOJAMATTOJEN TUTKIMINEN

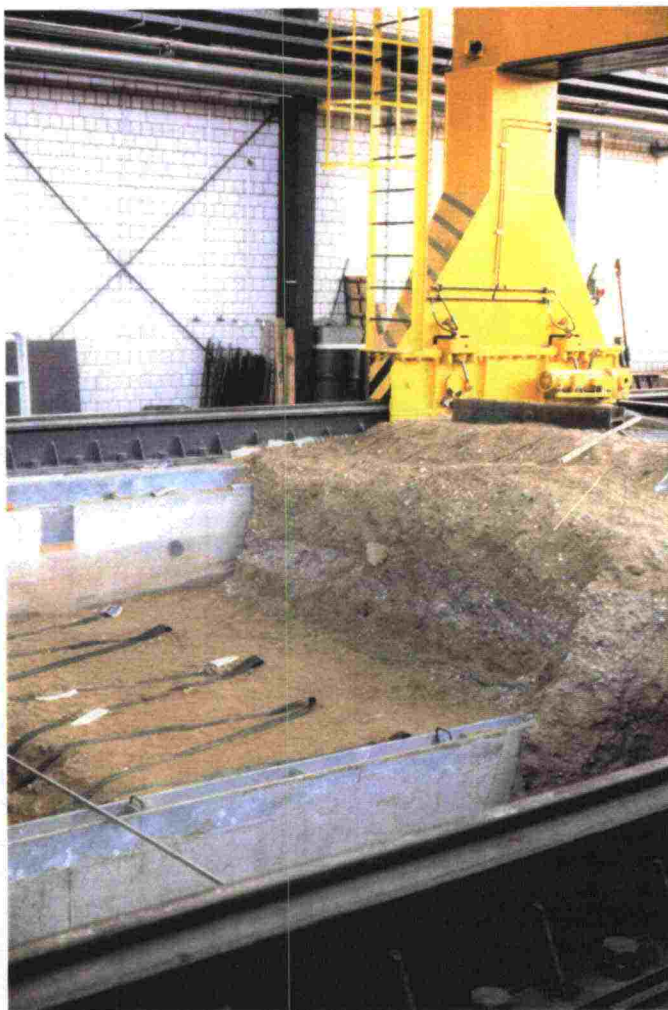
Belgiassa teiden pintavedet johdetaan usein sadevesiviemäreihin eikä syviä sivuojia käytetä. Tällöin tierakenteisiin sivulta virtaava vesi on perinteisesti katkaistu noin 100 cm syvällä aivan päällysteen reunassa sijaitsevalla sorasalaojalla, jonka pohjalla on salaojaputki. Tämä on hankala ja kallis, mutta toimiva rakenne. BRRC:n laboratoriossa tutkittiin salaojamattojen käyttökelpoisuutta korvaamaan perinteisiä sorasalaojia. 8-20 mm vahva, yleensä yhden metrin levyinen salaojamatto on yhdistelmä rakenne. Se koostuu huokoisesta, muovista valmistetusta salaojakerroksesta, jonka molemmilla puolilla on suodatinkankaat estämässä kerroksen tukkeutuminen. Salaojamatoille tehtiin mm. vedenjohdavuustestauksia eri kuormituksella, vetolujuus-, piste-kuormitus-, hienoaineksen läpäisevyys- ja kokoonpuristuvuustestauksia. Saatujen kokemusten mukaan salaojamattorakenne toimii hyvin sikäläisissä roudattomissa olosuhteissa. Se

- johtaa vettä hyvin
- pitää vesipinnan alhaalla ja
- on edullinen

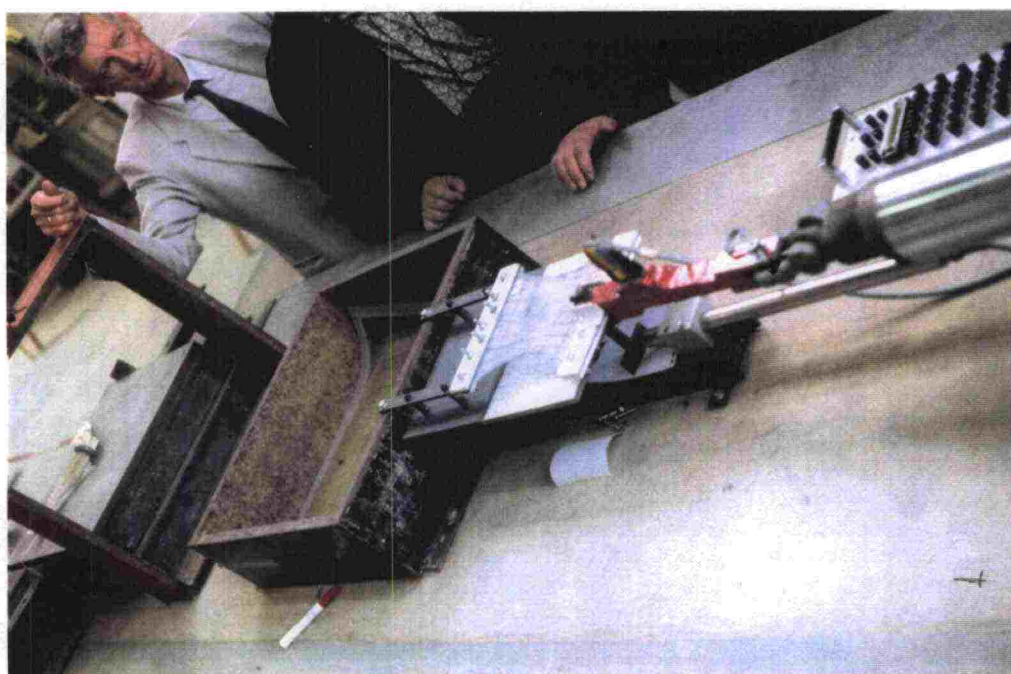
Salaojamattojen käyttökohteita ovat mm. pysty- ja vaakasalaojitus ja -kuivatus esimerkiksi kellari- ja tukimuurirakenteiden taustan kuivattamisessa, betonirakenteiden liikuntasauमारakenteet, kaatopaikat sekä keinonurmi- ja katto-putarharakenteet.



Kuva 1. BAST:n  
maatutkimusla-  
boratorion  
koekuormitus-  
laitteisto,  
Saksa.



Kuva 2. Luji-  
temaatukimuu-  
rin testaus-  
järjestely  
(BAST, Saksa).



Kuva 3. Suodatinkankaiden testausta BAST:ssa, Saksa.



JUHANI HYÖRINEN/ RISTO PELTTARI

B E T O N I P Ä Ä L L Y S T E E T

SAKSA: (esitelmät DI Roder, DI Knepper)

Saksassa betonipääallysteillä on pitkät perinteet. Ensimmäinen betonitie toteutettiin yli 100 vuotta sitten. Nykyisin betonipääallystettä käytetään lähinnä vilkasliikenteisillä moottoriteillä. Moottoriteistä noin 30 % on betonipääallysteisiä. Erityisempää betonipääallystepolitiikkaa ei ole, vaan asia ratkaistaan tapauskohtaisesti (esim. alueella on alan teollisuutta). Urakoitsija voi kuitenkin aina antaa vaihtoehtotarjouksen. Ratkaisun tulee kuitenkin täyttää alkuperäiset kriteerit. Rakentamiskustannukset ratkaisevat tällöin valinnan.

Mitoitus perustuu standardirakenteiden käyttöön. Laatan paksuus on 22 cm, 24 cm tai nykyisin entistä useammin 26 cm, koska johtuen ns. EY:n akselipaino on 11,5 t. Asfalttipääallysteen pääheikkoutena pidetään sen deformaatioherkyyttä.

Betonipääallysteen alustana on aina sidottu kerros: joko sementtistabilointi, noin 15 cm tai BS 10 cm.

Saksassa betonipääallysteet tehdään raudoittamattomina liukuvalukoneilla. Poikkisaumat tehdään 5 m:n välein vaarna-raudoittein. Pääallysteen tasaisuusvaatimus on sama kuin asfalttipääallysteellä, 4 mm/4 m:n oikolauta.

Tyyppitietoja:

- betoni K 35 (28 d), keskilujuus > 40
- sementti (Portland) > 340 kg/m<sup>3</sup>
- hienoaainespit. (< 0,25 mm) < 450 kg/m<sup>3</sup>
- vesisementtisuhde 0,42 ... 0,48
- kiviaines kulutusta kestävä, > 8 mm

noin 50 % murskattua.

- ilma noin 4 %

Saumamat ovat betonipääallysteen heikko kohta. Kuivatus ja hyvä alusta ovat parhaat aseet pelättyä pumppautumisilmiötä vastaan.

Betonipääallysteen heikkoutena pidetään sen hieman suurempaa meluisuutta asfalttipääallysteisiin verrattuna. On kuitenkin huomattava, että Saksassa asfalttipääallysteet voidaan tehdä varsin hienorakenteisella kiviaineksella. Betonipääallysteen meluarvoja pyritään nykyisin parantamaan käsittelemällä pinta pituussuuntaan vedettävällä jutekankaalla.

Esille tuotiin myös betonipääallysteen hyvät valonheijastusominaisuudet.

Betonipääallysteen laskennallisena ikänä pidetään 30 vuotta. Saumat on uusittava 5 - 8 vuoden välein.

**BELGIA:** (esitelmät Belgian tielaitoksessa P. Sion, L. Hendrikx ja tutustuminen Genappen betonitiehen, J.P. Storrer ja B. Seruys sekä urakoitsija Van der Borcht (TRAMO) ja R. Buys (ROBUCO)

Belgiassa betonipääallysteitä on tehty vuodesta 1928 vuoteen 1970 saakka raudoittamattomina sitomattomalle alustalle. Näiden teiden kanssa on ajan myötä tullut paljon ongelmia laattojen pumppautumisen vuoksi.

Nykyisin kaikilla pääteillä ja seudullisilla teillä käytetään jatkuvasti raudoitettuja poikkisaumattomia betonipääallysteitä, joiden osuus on noin 50 %.

Maaseututeillä käytetään raudoittamattomia betonipääallysteitä joihin saumat tehdään täryttämällä. Sauman täytteenä on kovalevy- tai puulista. Nyt on alettu käyttämään myös ns. "pikkusahausta" (amerikkalainen menetelmä). Sauma on 30 mm syvä, 3 mm leveä ja avoin.



Kuva 1. Betonipääallysteen tekeminen käynnissä Genappen 4-kaistaisella moottoritiellä. Liukuvalun yhteydessä ei käytetty erillistä jälkitasainta, mutta tasaisuusvaatimusten kerrottiin täyttyvän. Laatan paksuus on moottoritiellä 23 cm.





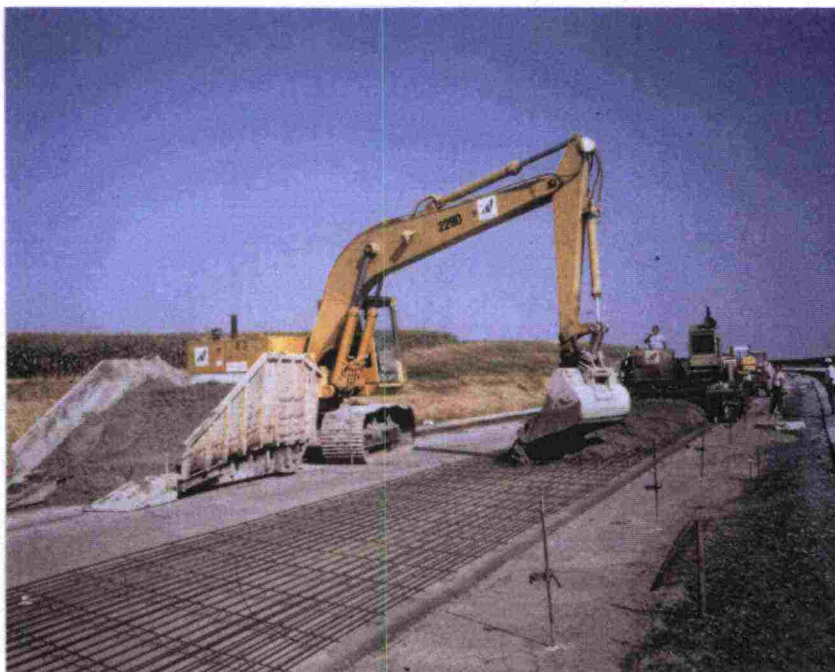
Kuva 2. Levityskone oli pienikokoinen ja valmista tuli puoli ajorataa kerrallaan. Myös pientareiden osuus tulee nykyisen tyylin mukaan betonipäällysteisenä.



Kuva 3. Päällyste on belgialaisen tavan mukaan pe-subetonipintainen ja jatkuvasti raudoitettu. Poikkisaumoja ei tarvita. Ajokaistojen väliin muodostuu pituussauma. Laatat sidotaan toisiinsa ankkuriteräksillä. Ensi kerran näimme, että keskisauma voidaan varustaa myös liukuvaluvaiheessa tehtävällä pontilla.

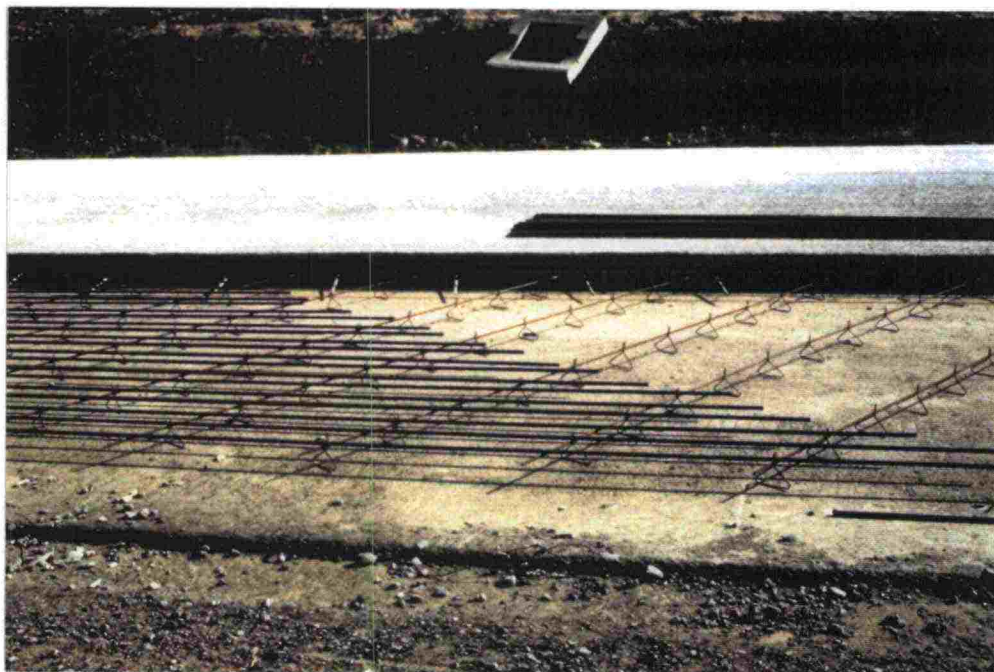


Kuva 4. Pontin tekoon oli kehitetty näppärä laite, jolla urapuoli tuettiin sopivaan muotoon prässäytyvällä metallinauhalla. Laite tekee nauhaan reiät ankkuriteräksille, jotka työnnetään paikalleen käsityönä.

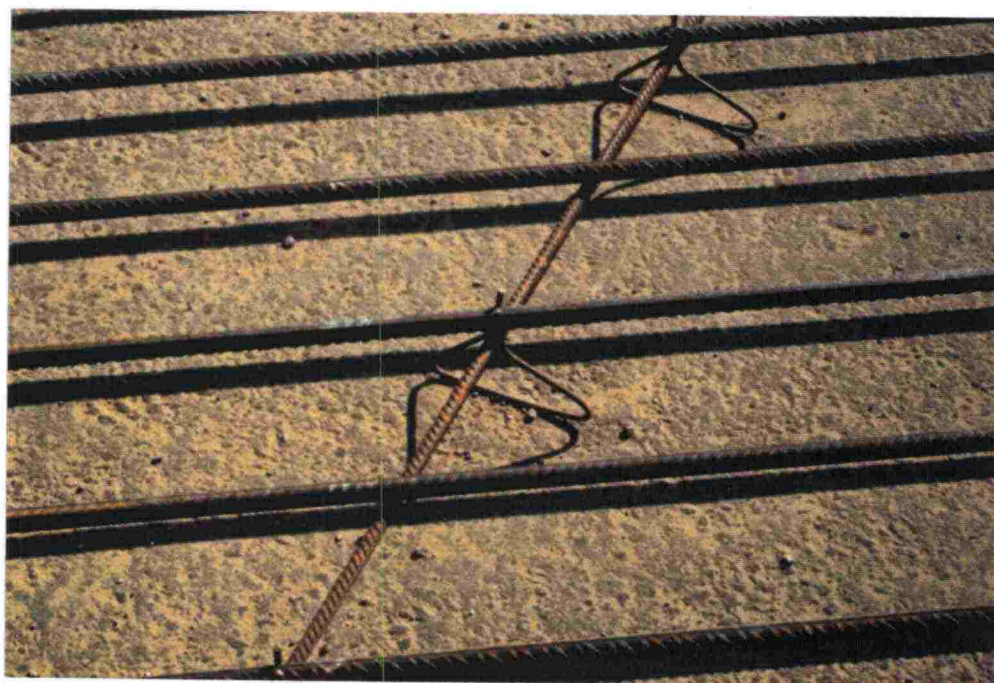


Kuva 5. Betoni toimitetaan levittimen eteen sivulla kulkevan kairavinkoneen avulla. Betoni valmistettiin työmaalla olevalla siirrettävällä asemalla. Alusta on belgialaisen käsityksen mukaan oikeaoppinen. Alla sementtistabilointi, jonka päälle tehdään vielä BS-kerros.





Kuva 6. Moottori- ja valtateiden betonipäällysteet tehdään jatkuvasti raudoitettuina. Pituussuuntainen rauditus ( $\phi$  18 mm) on noin 0,7 % poikkipinta-alasta. Terästä käytetään 8 kg/m<sup>2</sup>. Terästys jakaa poikittaiset hiushalkeamat tasaisesti laatalle 2 - 3 m:n välein. Halkeamat pysyvät suuruudeltaan noin 0,3 mm:nä.



Kuva 7. Poikittaiset työteräkset asetetaan 60° kulmaan. Poikkiteräspukit valmistetaan koneellisesti. Pituusteräkset asettuvat likimain laatan puoliväliin.



Kuva 8. Betonipäällyste tehdään pesu-betonipintaiseksi. Ilmasto maassa on hyvin sateinen ja hyvää kitkaa tarvitaan. Muualla tällaisen pinnan on uskottu lisäävän melua, mutta tilanne voi olla jopa päinvastoin, todistelivat isännät. Pintakäsittelyn tekee menetelmään erikoistunut aliurakoitsija. Erikoiskone levittää heti valun jälkeen hidastimen, kaksiprosenttisen jätessokeriliuoksen. Sama kone vetää päälle ohuen muovikalvon, joka toimii jälkihoitona ja sääsuojana.



Kuva 9. Pinta pesuharjataan noin vuorokauden kuluttua. Käsittelysyvyys on 2 - 3 mm ja jälki varsin siistin näköinen.

**EERO HAAVISTO, LASSE KRISTERI:**

**U R A K O I N T I   S A K S A S S A   J A   B E L G I A S S A**

Molemmat kohdemaat kuuluvat jäseninä Euroopan yhteisöön (EY), joten urakointiin sovelletaan tietyltä osin EY:n säännöksiä.

Kaikki urakat, joiden urakkasumma on 5 milj. ECU:a (n. 25 milj. Suomen markkaa) tai enemmän, kilpailutetaan paitsi oman maan myös EY:n muiden jäsenmaiden urakoitsijoilla. Tämä merkitsee sitä, että julkisyhteisöjen (valtio, kunnat, jne) tulee ilmoittaa EY:lle vuosittain seuraavan vuoden hankkeensa, jotka arvoltaan ylittävät em. rahasumman. Hanketta ei saa jakaa osiin EY-kilpailun eliminoimiseksi; kokonaisuus on ratkaiseva.

Jokainen tällaiseen hankkeeseen sisältyvä urakka on tarjouskilpailua varten ilmoitettava EY:n Luxemburgissa ilmentyvässä virallisessa lehdessä. Näin EY-maissa toimivat urakoitsijat voivat ilmoittautua halukkaiksi jättämään tarjouksen. Hankkeen arvosta 80 % kilpailutetaan.

Suunnittelutehtäviä ei toistaiseksi kilpailuteta EY:n puitteissa, mutta tätäkin koskeva direktiivi on tekeillä.

Molemmissa maissa EY-käytäntö oli omaksuttu luonnolliseksi menettelyksi, vaikkakin keskeneneräisen EY-normituksen ja normien yhteensovittamisen todettiin tuottavan jossain määrin vaikeuksia.

## **SAKSA**

Saksassa liittovaltio määrää urakoinnin muodon ja myös tekniset määräykset ja normit koko valtakuntaa varten, mikäli kysymyksessä ovat valtakunnalliset tied: moottoritiet ja muut päätiät. Liittovaltion normit ovat suosituksia myös kuntien ja "maakuntaliittojen" vastuulla olevia pienempiä tietöitä varten.

Pääteiden rakentamisesta ja hoidosta - myös rakennuttamisesta - vastaavat osavaltioiden tiehallitukset ja niiden alaiset tielaitokset.

Tutustumiskohteenamme oli toinen Nordrhein-Westfalenin osavaltion kahdesta tielaitoksesta: Reininmaan tielaitos. Laitoksen "Landesbaudirektor" Burre totesi esitelmässään mm. seuraavaa:

Aivan pieniä kohteita lukuunottamatta kaikki julkiset rakennustyöt teetetään urakalla. Jossain määrin myös kunnossapitotöitä urakoidaan.

Suunnittelutehtäviä ei kilpailuteta, vaikka niistä puolet Saksassa teetetään konsulttitöinä.

Rakennuttamiseen liittyvä lainsäädäntö ei ole julkisoikeudellista, vaan urakkasopimus on tavallinen kauppasopimus, jossa molemmat osapuolet ovat tasa-arvoisia.



Laatujärjestelmää ja laatuvastuu-urakointia ei esitelmöitsijä tuntenut (ISO 9 000).

Urakkasopimusten teosta on annettu myös erillinen laki, joka kieltää toisen osapuolen oikeuksia loukkaavan pienellä painetun tekstin käytön urakka-asiakirjoissa.

Urakoinnissa vallitsevat markkinatalouden säännöt ja hinnat kehittyvät markkinatilanteen mukaan.

Ennen urakka-asiakirjojen laadintaa tulee täyttyä kolme ehtoa:

1. On laadittu hyväksytty ja teknisesti toteuttamiskelpoinen suunnitelma.
2. Rakentamiseen on varattu rahoitus.
3. Tiesuunnitelma on vahvistettu ja lainvoimainen sekä sen toteuttamiseksi tarvittava maa-alue on haluttu otettu.

Saksassa rakennuttajien ja urakoitsijoiden edustajista koostuva elin on laatinut Suomen rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja vastaavat yleiset urakkaehdot. Erikseen on laadittu rakennustöissä käytettävät yleiset urakan sopimusehdot (VOB) ja hankinnoissa, siivoustöissä ym. käytettävät yleiset urakan sopimusehdot (VOL). Näiden muuttaminen EY-lainsäädännön mukaisiksi on parhaillaan käynnissä. Yleiset sopimusehdot määräävät sopimussuhteet ja tarjouskilpailun säännöt. Julkisessa rakentamisessa yleiset sopimusehdot ovat pakollisia asiakirjoja. Yleiset sopimusehdot (VOB) on jaettu kolmeen osaan:

- A. Rakennustöiden yleiset määräykset ja menettelytavat.
- B. Ei-tekniset sopimusehdot.
- C. Tekniset sopimusehdot.

Urakkasopimuksessa voidaan määrätä nämä osaksi sopimusta.

Jokaiselle alalle on laadittu omat yleisiä sopimusehtoja täydentävät määräykset ja niistä on julkaistu luettelo (VZB-StB.90).

Urakka-asiakirjojen laadinta aloitetaan tekemällä suunnitelmien pohjalta tehtävälueet eli sanallinen kuvaus urakkakohteesta.

Urakkakohde jaetaan useisiin urakkaosiin. Maatyöt ja sillat muodostavat aina omat urakkaosat. Vain hyvin kiireelliset työt toteutetaan kokonaisurakkana ja kokonaishintaurakka on hyvin harvinainen. Urakkakohde pilkotaan useimmiten Suomessa noudatettua käytäntöä pienempiin urakkaosiin, jotta pienetkin urakoitsijat voisivat osallistua kilpailuun, kuten esitelmöitsijä totesi.

Suoriteluettelo muodostuu "määrämittausohjeesta" ja "määräluettelosta", johon urakoitsija merkitsee yksikköhintansa eli käytäntö on samanlainen kuin Suomessa. Suoriteluettelon laadinnasta on annettu eri töihin yksityiskohtaiset ohjeet (30 erillistä kirjaa).



Urakoitsija voidaan hankkia kolmella eri tavalla:

1. Urakkatarjouspyyntö julkaistaan virallisessa lehdessä (Bundesausschreibungsblatt): voidaan julkaista myös paikallisissa isommissa lehdissä. Urakoitsijat voivat tämän jälkeen lunastaa tarjouksen tekoa varten urakka-asiakirjat käyttöönsä maksamalla rakennuttajalle niiden laadinnasta aiheutuneet kustannukset, lähinnä painatuskustannukset. Julkaistun ilmoituksen tulee sisältää kuvaus urakka-kohteesta ja töistä, joista tarjous pyydetään. Jos hankkeen kustannukset arvioidaan yli 25 milj. markaksi, urakkatarjoukset pyydetään kaikilta EY:n mailta, kuten alussa todettiin.
2. Joissain tapauksissa urakkatarjouspyynnöt voidaan lähettää vain määrätuille urakoitsijoille.
3. Erikoistapauksissa urakka voidaan antaa suoraan yhdelle urakoitsijalle.

Uusista urakoitsijoista pyydetään tarkat tiedot kelpoisuuden toteamiseksi. Urakoitsija voi antaa tarjouksen vain, jos urakkakohteen työt ovat sellaisia, että ne kuuluvat urakoitsijan toimialaan.

Tarjouksia ei yleensä anneta telefaxilla. Tarjousten jättöön ja avaustilaisuuteen liittyvät menettelytavat on tarkoin määritelty kuten Suomessa.

Avaustilaisuudet ovat julkisia ja tarjousten antajat voivat olla niissä läsnä. Urakkatarjouspyyntöjen mukaisten tarjousten tarjoushinnat ilmoitetaan tilaisuudessa. Vaihtoehtoisten tarjousten hintoja ei ilmoiteta. Tarjoushinnat ilmoitetaan myös niille urakoitsijoille, jotka eivät olleet läsnä avaustilaisuudessa.

Tarjousten oikeellisuus tarkastetaan. Tarjoukset, jotka eivät täytä asetettuja ehtoja, hylätään. Myös vaihtoehtoiset tarjoukset, jotka johtavat alkuperäistä suunnitelmaa huomponaan ratkaisuun, hylätään. Valittavan urakoitsijan tarjouksen ei välttämättä tarvitse olla halvin, jos sillä saavutetaan parhain lopputulos. Urakkahinta on ratkaisua tehtäessä kuitenkin hyvin ratkaiseva. Tinkimiskierroksen järjestäminen ei ole sallittua. Erittäin halvoista hinnoista pyydetään selvitys ja vain harvoin kaikki tarjoukset hylätään (jos käyttökelpoista tarjousta ei löydy). Hyvin yleinen tapa on vaihtoehtoisten tarjousten anto, joskin sitten kuitenkin alkuperäisen pyynnön mukainen vaihtoehto usein valitaan jonkin verran kalliimpanakin.

Urakoitsijalle suullisesti annettu tieto valinnasta riittää urakkasopimuksen syntymiseen, mutta käytännössä tieto annetaan aina kirjallisesti. Urakkasopimuksen laadinta ei ole pakollinen, eikä sitä aina tehdä, vaan tyydytään edellä mainittuun kirjalliseen ilmoitukseen ja urakoitsijan jättämiin tarjousasiakirjoihin.

Tiepiirin johtajalla on oikeus päättää < 1,5 milj. DM ura-

koista. Suuremmista päättävät ylemmät tahot seuraavasti:

1,5 - 2 milj.DM	osavaltion johtaja
2 - 5 "	toimikunta osavaltion toimistos- sa
> 5 "	liittohallituksen liikenneminis- teri.

## BELGIA

Belgiassa tielaitoksen toimintaa vaikeuttaa se seikka, että maa on jakaantunut "maakunnallisesti" ja kielellisesti kahteen osaan: pohjoiseen flaamia puhuvaan Flanderiin ja eteläiseen ranskankieliseen Valloniaan. Nämä alueet on poliittisin päätöksin haluttu pitää niin erillään, että jopa tekniset määräykset ovat eri alueilla erilaiset. Kun vielä Brysseli muodostaa oman hallinnollisen alueensa, jakautuu tienpito pääteiden osalta kolmeen hyvin itsenäiseen osaan. Pienemmistä teistä huolehtivat sekä provinssit, joita pohjoisella kielialueella on viisi, että myöskin kunnat. Näin ollen tienpito kaiken kaikkiaan tuntuu vierailijasta melko sekavalta, eikä se paikallisten tiemiestenkään mielestä tuntunut kovin mielekkäältä.

Urakointimenettelyä Belgiassa selvitti Vallonian alueen tiepäällikkö, johtaja P. Debaere:

Rakennuttajina voivat toimia valtion tieministeriö, alueelliset ministeriöt, provinssit sekä kunnat ja kaupungit.

Tarjouspyynnöt julkaistaan valtion virallisessa tiedotuslehdessä (myös EY:n tiedotuslehdessä). Tarjouspyynnöstä ilmenee urakan sisältö, urakointitapa, tarjouspyyntömenettelyt jne.

Urakoitsijat on rekisteröity ja jaettu eri luokkiin. Alimpiin luokkiin kuuluvat eivät voi tehdä tarjousta isoista urakoista.

Edullisin urakkahinta yleensä ratkaisee sen, kenelle urakka annetaan. Myös muut tekijät voidaan ratkaisua tehtäessä ottaa huomioon, kuten saavutettava laatu, annettavat takuut, toimituksen varmuus, varaosien saatavuus, referenssit jne.

Tarjouksia voidaan pyytää vain valitulta urakoitsijaryhmältä tai kaikki rekisteröidyt alan urakoitsijat voivat jättää tarjouksen. Voidaan myös valita tietty urakoitsija ja antaa ilman urakkakilpailua työ hänen tehtäväkseen. Näin voidaan menetellä seuraavissa tapauksissa:

1. Urakkasumma muodostuu pienemmäksi kuin 1 000 000 Belgian Frangia (120 000 Smk).
2. Jos vain yhdellä on mahdollisuus työn vaatiman patentin tai lisenssin johdosta tehdä työ, voi urakkasumma olla isompikin, jos näiden töiden osuus urakkasummasta  $\geq 50$  %.
3. Erikoistyöt, joista vain harvoilla on riittävä



työkokemus.

4. Tutkimustyöt tai uuden laitteen ja menetelmän keilutyöt.
5. Salaiset työt (esim. sotilaslentokentät).

Urakointi perustuu lakeihin ja määräyksiin:

- Laki 16.6.1976
- Kuninkaallinen asetus 22.4.1977
- Ministeriön päätös 10.8.1977

Viimeksi mainittu ministeriön päätös muodostaa myös "yleiset ehdot rakennusurakoitsijoita varten".

Lisäksi käytössä on kolmenlaisia teknisiä määräyksiä:

- Rakennusmääräykset 150, jotka ovat voimassa koko maassa ja koskevat moottoriteitä ja päätieverkkoa.
- Rakennusmääräykset 200, jotka ovat voimassa alemmalla tieverkolla koskien Flanderin alueella.
- Rakennusmääräykset 300, voimassa vastaavasti Vallonian alueella.

Myös muut Belgiassa voimassa olevat normit ovat kunnallisesti käytössä. Määräyksiä ollaan muuttamassa EY-normiston mukaisiksi.

Urakka-asiakirjoissa tärkeän pohjan muodostavat työkohtaiset työselitykset.

Tarjoukset ovat voimassa 90 päivää. Asiakirjat sisältävät yleensä yksikköhintaluettelon muutostöitä varten. Yleensä annetaan myös mahdollisuus jättää vaihtoehtoinen tarjous.

Rakennusaikainen ja takuuaikainen vakuus vaaditaan. Ensi vaiheessa vakuuden suuruus on 10 % , jos urakkasumma on <500 000 BF ja 5 % , jos urakkasumma on > 500 000 BF. Tienrakennustöissä vaaditaan lisäksi 5 %:n vakuus päällystystöissä ja kerrosten teossa. Vakuusrahasta palautetaan 50 % kun työ on suoritettu ja loput 50 % kun takuuaika on päättynyt. Takuuaika on yleensä 3 vuotta. Myöhemminkin, 10 vuoteen saakka, voidaan urakoitsijaa määrättyissä tapauksissa vaatia korjaamaan esiin tulleet virheet.

Jos urakoitsija käyttää hyväksyttyjä materiaaleja, voidaan niitä käyttää heti ilman lisätutkimuksia. Hyväksymättömiä materiaaleja voidaan käyttää vasta kun tarkastukset ja koheet on tehty. Rakennuttaja tutkituttaa urakoitsijan kustannuksella nämä materiaalit. Urakoitsijat on myös veloitettu itse seuraamaan ja tutkimaan, että rakenteet täyttävät laatuvaatimukset.

Urakkasopimusasiakirjoihin sisältyy tietty kaava, jonka mukaan työn aikana voidaan tarkistaa yksikköhintoja huomioimalla tuntipalkkojen ja materiaalihintojen muutokset. Kaavassa otetaan huomioon tukkuhintaindeksin muutos. Hinnanmuutokseen otetaan mukaan vain ne osatekijät, joiden kustannusvaikutus on > 5 % yksikköhinnasta. Tarkistus tehdään

joka kuukausi. Kestoltaan alle 3 kuukauden töissä ei tarkistusta tehdä.

Työn valmistuttua pidetään lopputarkastus.

Urakkalaskujen maksuun on varattu 60 kalenteripäivää. Tämän jälkeen tapahtuvasta maksusuorituksesta joutuu maksamaan yliaikakoron. Jos maksua ei suoriteta 90 päivän kuluessa, urakoitsija voi keskeyttää tai hidastaa työn suoritusta.

Urakka-aika voidaan määritellä työpäivinä tai kalenteriaikana. Jos päivän aikana sataa 5 tuntia sitä ei lueta työpäiväksi.

Urakoitsija on velvoitettu tekemään lisätöitä viiteenkymmenen prosenttiin asti alkuperäisen sopimuksen määriin verrattuna. Urakoitsijalla on kuitenkin oikeus ehdottaa yksikköhinnan tarkistusta. Jos yhden maksupostin työmäärä kasvaa enemmän kuin 30 % , on tarkistukseen automaattisesti oikeus. Mikäli määräluettelon virheellisyydet (väärin lasketut määrät) johtavat 300 % suurempaan tai 50 % pienempään työmäärään kuin sopimuksessa on, voidaan yksikköhintoja myös tarkistaa.

Tielaitos ei ole itse varautunut laadunvalvontaan, vaan työt teetetään ulkopuolisilla.

Myöhästymissakko lasketaan kaavasta:

$$\text{Myöhästymissakko} = 0,45 \times M \times n^2/N^2$$

M = urakkasumma

N = urakkasopimuksen mukainen kesto (päivinä)

n = urakan myöhästyminen (päivinä).

Viivästyssakko saa olla korkeintaan 5 % urakkasummasta.

EERO HAAVISTO, LASSE KRISTERI:

BELGIAN TIETUTKIMUSKESKUS, BRRC

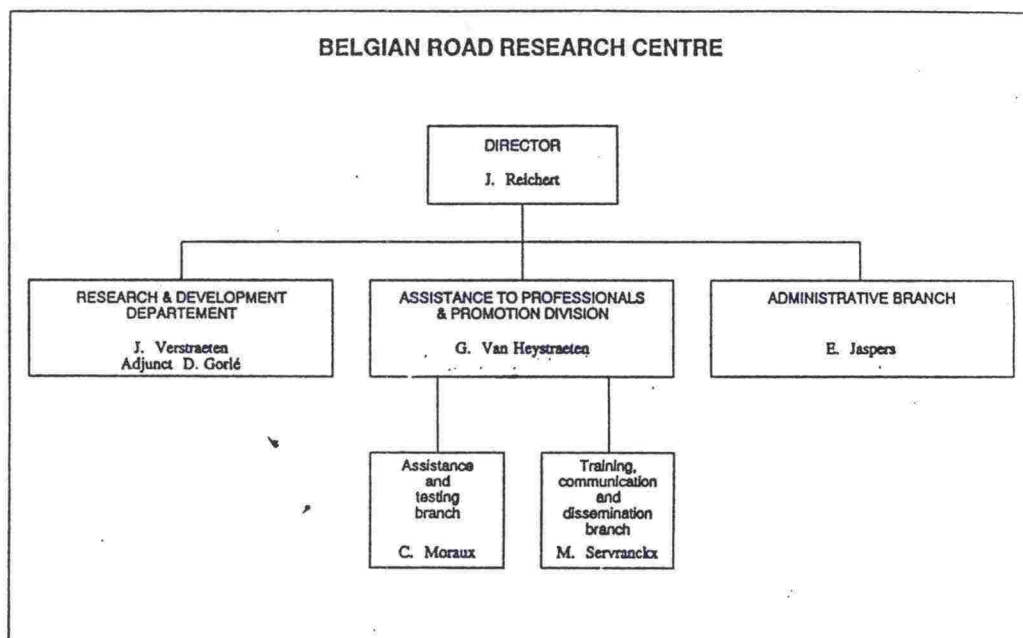
Belgian tietutkimuskeskuksen esittelyn yhteydessä B. van Heystraeten totesi seuraavaa:

Tutkimuskeskus on perustettu 1952 ja sen toiminta perustuu 50-luvulla annettuun lakiin.

Tietutkimuskeskus on yksi kolmestatoista eri teollisuuden aloja palvelevista tutkimuslaitoksista. Muut tutkimuskeskukset palvelevat eri teollisuusaloja, kuten puu-, panimo-, keraaminen-, sementti-, rakennus-, sähkö-, metalliprosessi-, kaasu-, metallurgia-, maali ja päällyste-, tekstiili- ja lasiteollisuus.

Tietutkimuskeskuksen vuosibudjetti on 30 miljoonaa Suomen markkaa. Tutkimustyöllä siitä rahoitetaan 1/4 ja 3/4 rahoituksesta tulee tielaitokselta ja alan eri teollisuuslaitoksilta, jotka osallistuvat alojensa tutkimuskeskusten rahoitukseen summalla joka on 0,8 % liikevaihdosta. Myös urakoitsijat maksavat työkeskukseen 0,8 % urakkahinnasta.

Tutkimuskeskus työllistää 85 henkilöä. Hallintohenkilökunta työskentelee Brysselissä sijaitsevilla toimitiloilla ja muu henkilökunta Sterrebeekissä sijaitsevassa tietutkimuskeskuksessa. Organisaatio on seuraavan kaavion mukainen.



Kuva 1. Belgian tietutkimuskeskuksen organisaatio.



Tutkimuskeskus tekee sekä tutkimustyötä että menetelmien kehitystöitä. Tärkeimpänä meneillään olevista selvitystöistä esitelmöitsijä piti teollisuusjätteen uudelleen käyttöä tienrakennustöissä koskevaa tutkimusta esim. kuonien, vanhan murskatun betonin ja vanhan asfaltin jne. käyttöä. Muita käynnissä olevia tutkimuskohteita olivat seuraavat:

- liukkauden torjunta märällä tiellä
- pinnan muodon mittaus
- kitkamittauslaite
- sirotepintausta koskeva tutkimus
- avointa asfalttia koskeva tutkimus
- betonipääallysteiden pinnan käsittely
- melumittaukset eri pääallystetyypeillä
- tiemerkinnot
- siltojen vesieristykset ja liikuntasaumot
- asfaltin halkeamien estäminen esim. verkoilla
- tiekonepohjainen pääallysteen suhteutus
- kunnossapitomenetelmät
- kuitubetonin käyttö ohuissa betonipääallysteissä
- erilaisten tutkimusvälineiden kehittäminen ja
- bitumia koskevat analyysit.



PENTTI KOIVISTO:

R H E I N B R Ü C K E K Ö L N - R O D E N K I R C H E N

Riippusillan ja siihen liittyvän tieosan leventäminen 4-kaistaisesta 6-kaistaiseksi.

Esitelmä sillan muutos- ja leventämistyöstä sekä työmaakäynti, 10.9.1991. Landesbaudirektor Schiller, Landesoberbaurat Dunnebacke ja DI Behle.

Nykyinen 567 m pitkä riippusilta on rakennettu v.1938-41 ja peruskorjattu v.1952-1954.

Nyt 1990-94 toteutettavan investoinnin tarkoituksena on leventää silta ja siihen liittyvä tieosa 4-kaistaisesta 6-kaistaiseksi ja näin parantaa vilkasliikenteisen tien liikenteenvälityskykyä. Nykyisen sillan leveys on 26,4 metriä sekä levennysosan leveys samoin 26,4 metriä.

Leventäminen tehdään siten, että ensin levennetään betonirakenteiset maa- ja välituet sekä pystytetään välituille teräsrakenteiset pylonit. Pylonien varaan asennetaan kahden vanhan riippuköyden rinnalle kolmas riippuköysi, jonka varaan ripustetaan ortotrooppinen teräksinen kannen levennysosa. Uusi kansi liitetään nivelen välityksellä vanhaan teräsbetonikanteen, joka lopuksi uusitaan myös ortotrooppiseksi teräskanneksi. Tämän jälkeen nivel vielä jäykistetään, jolloin teräskansi koko leveydeltään jakaa kuormituksen tasaisesti kaikille kolmelle köydelle. On laskettu, että kevyemmän kansirakenteen ansiosta köysien kuormitus kevenee nykytilanteeseen verrattuna.

Hankkeen esisuunnitteluvaiheessa tutkittiin myös seuraavia vaihtoehtoja:

-Nykyisen sillan leventäminen ulokkeita käyttäen, jolloin teräsköysiä olisi jouduttu lisäämään ja kansi kokonaisuudessaan uusimaan teräsrakenteiseksi.

-Uuden vinoköysisillan tai riippusillan rakentaminen nykyisen sillan viereen, mikä olisi ollut erittäin kallis ratkaisu.

-Kannen uusiminen kaksikerroksiseksi, mikä olisi ollut teknisesti vaikeampi ratkaisu kuin kannen leventäminen.

-Tunnelin rakentaminen Reinin alitse.

Vaihtoehtojen vertailussa otettiin kustannusten lisäksi huomioon ympäristöseikat (mm. tilantarve), vanhan sillan historiallinen ja maisemallinen merkitys sekä työnaikaisen liikenteen hoitoon liittyvät näkökohdat. Sillan ulkonäön säilyttäminen oli varsin merkittävä seikka ratkaisusta päätettäessä.



Siltatyön urakkakilpailu käytiin kesäkuussa 1989 EY-normien mukaisesti. Kilpailun voitti saksalais-englantilainen työyhteisöliittymä:

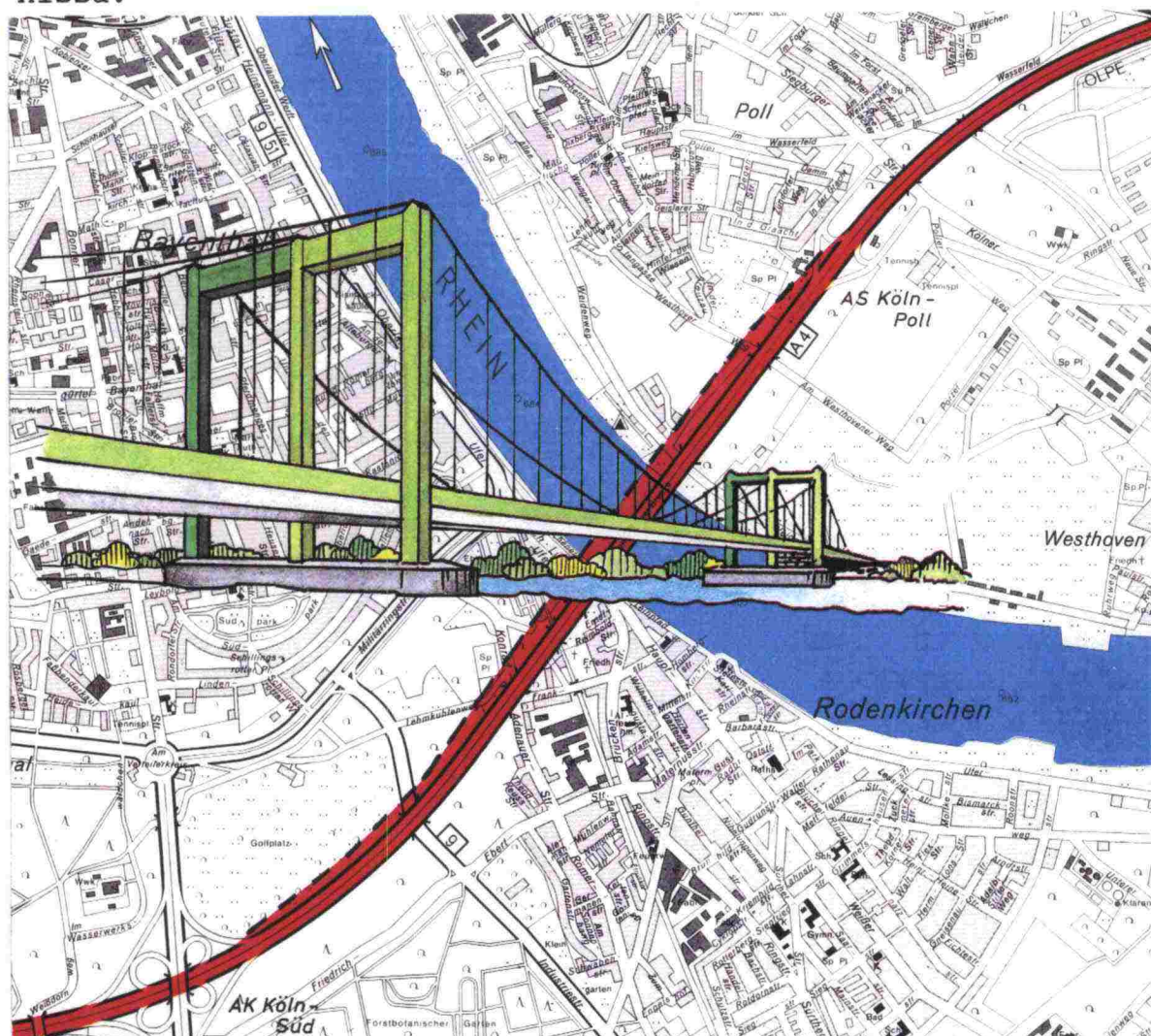
Strabag-Bau-AG, Cleveland Structural Engineering Ltd ja Thyssen Engineering GMBH,

joista saksalainen Strabag Bau-AG tekee sillan betoniset alusrakenteet sekäenglantilainen ja saksalainen teräsalan yritys valmistavat ja asentavat teräsrakenteet.

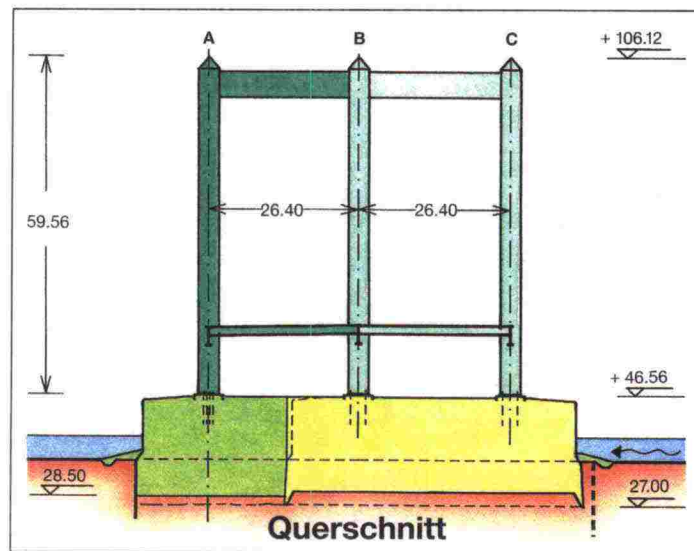
Siltatyön urakkasumma on 185 miljoonaa Saksan markkaa ja vanhan sillan korjaus- ja tienrakennustyöt mukaan lukien on hankkeen kokonaiskustannusarvio 190 miljoonaa Saksan markkaa.

Työt aloitettiin huhtikuussa 1990 ja ne valmistuvat lokakuussa 1994.

Vierailuajankohtana olivat virtapilarien leventämistyöt valmiit, maatuojien leventäminen loppuvaiheissaan sekä uusien pylonien ja kannen rakentaminen alkamassa. Myös tienrakennustyöt ja vanhan siltaosan korjaustyöt olivat käynnissä.



Kuva 1. Siltatyöstä kertovan painetun esitteen kannessa on kartta, josta selviää sillan ja parannettavan tieosan sijainti Kölnin esikaupunkialueella.

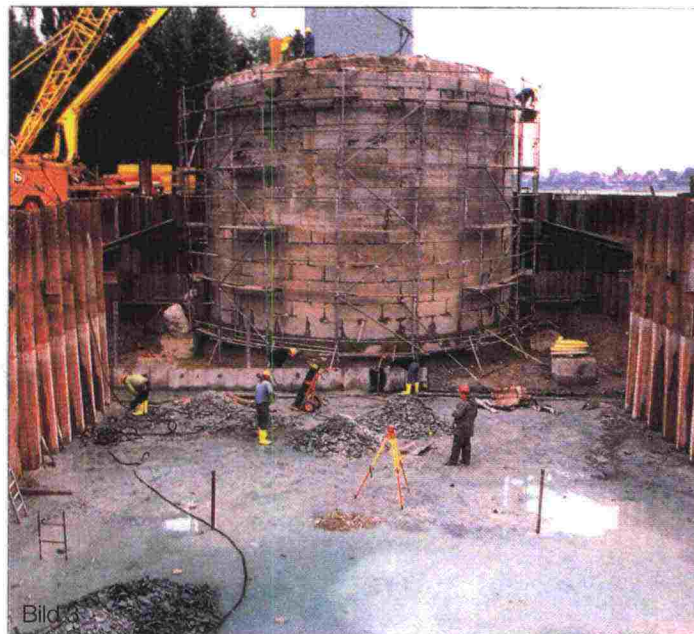


Kuva 2. Poikkileikkauspiirros havainnollistaa sillan leventämisratkaisun (kuva esitteestä).



Kuva 3. Välitukien perustamistyöt tehtiin teräsponttiseini-  
nien suojaassa kuivatyönä (kuva esitteestä).





Kuva 4. Betonirakenteiset massiiviset tuet verhoiltiin luonnonkivellä. Betonia maa- ja välitukien levantämistyössä tarvittiin yhteensä yli 40 000 m<sup>3</sup> (kuva esitteestä).

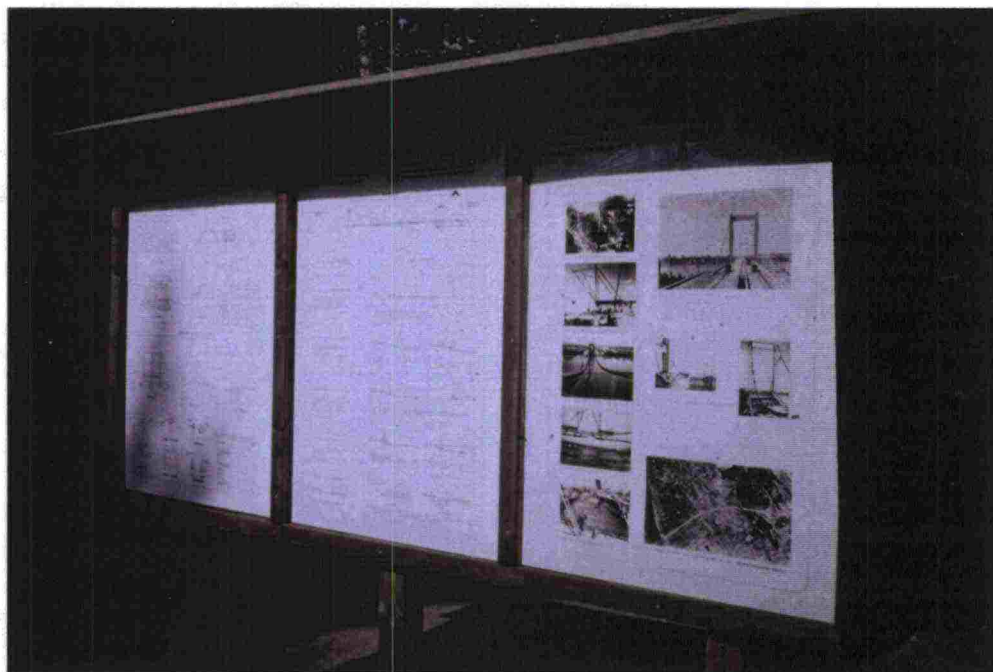


Kuva 5. Silta sijaitsee kaupunkialueella, joten on ymmärrettävää, että ympäristönäkökohdille on annettu huomattava painoarvo sillan uusimisratkaisusta päätettäessä.

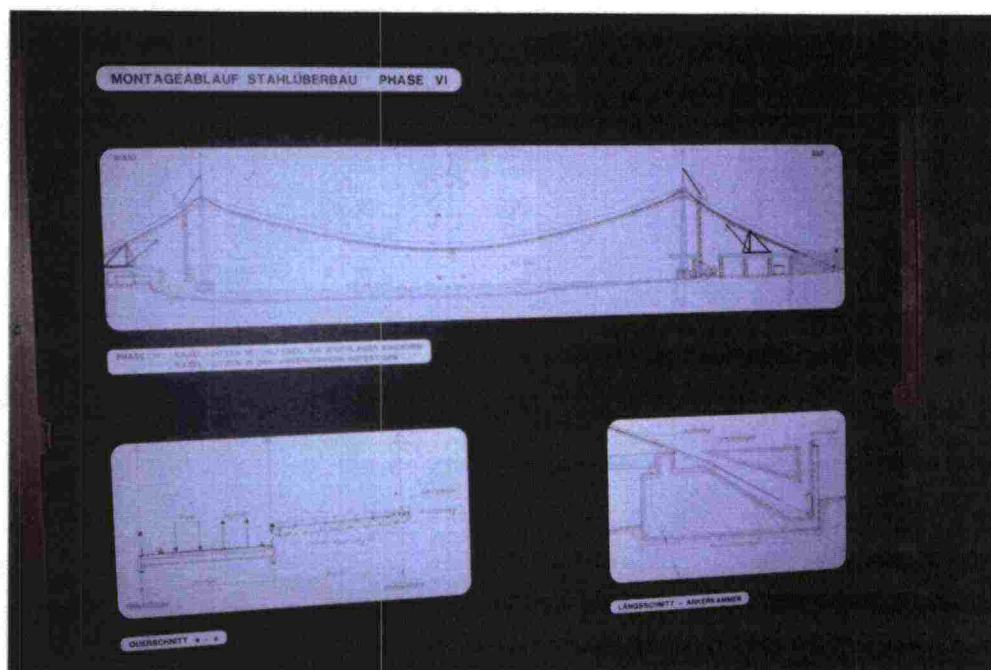




Kuva 6. Sillan kansirakenteen tukitorneja.



Kuva 7. Työmaan vieressä siltatyöstä kerrottiin piirustuksia ja kuvasovituksia sisältävän infotaulun avulla. Maisemallisesti merkittävä siltahanke on saanut osakseen runsaasti mielenkiintoa Kölnin ulkopuolellakin.



Kuva 8. Työmaatoimistossa oli seikkaperäiset havainnekuvat sillan leventämisen työvaiheista. Kuvassa köysien ripustaminen ja ankkurointi sekä kannen levennysosan asennus.

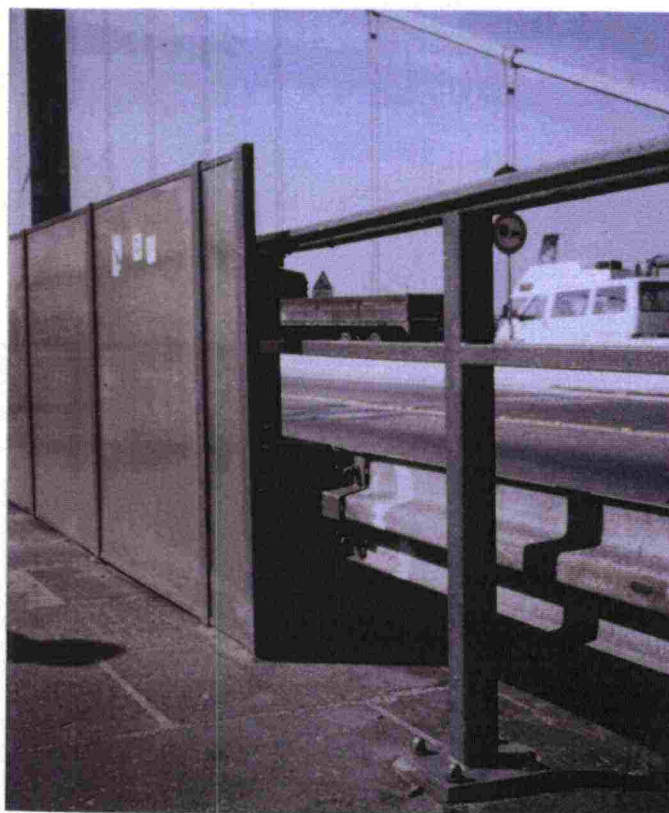


Kuva 9. Massiiviset maatuot verhoillaan luonnonkivellä. Ulkonäkö on tarkoituksellisesti (?) kirjava.

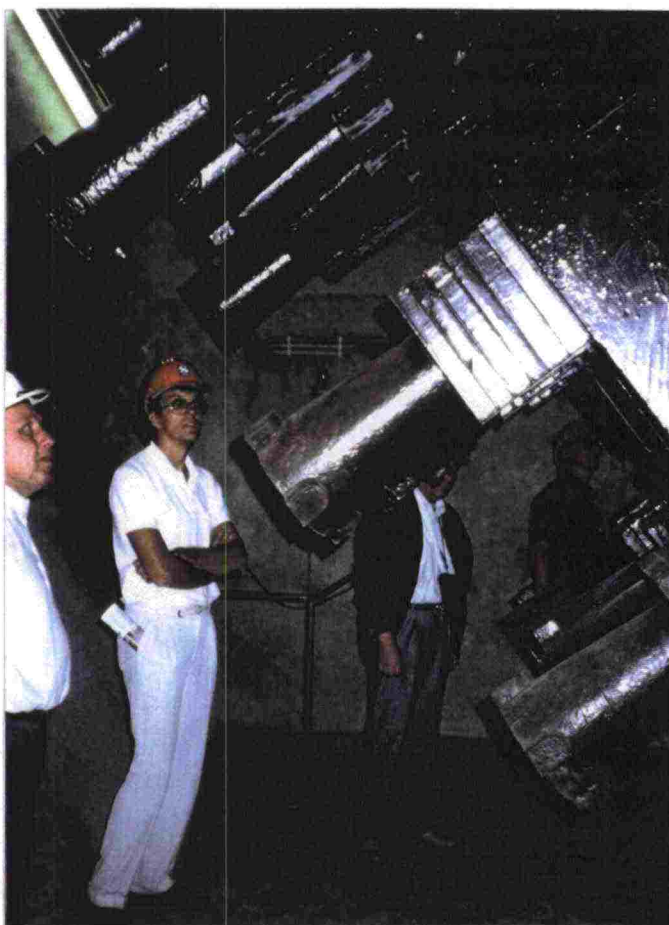




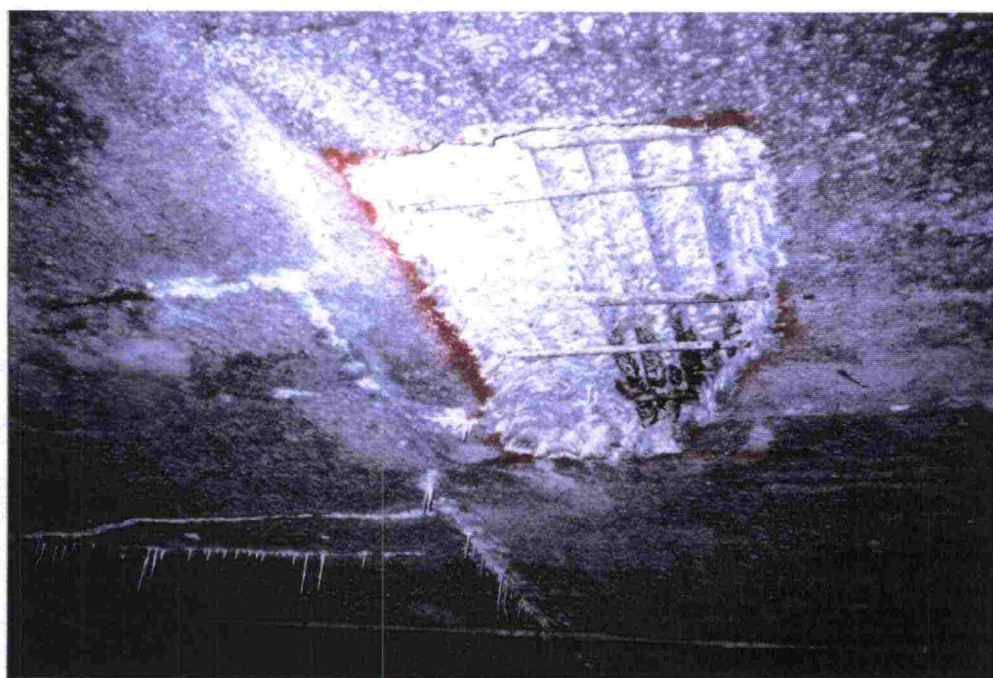
Kuva 10. Silta on mittasuhteiltaan melkoinen. Jännemitta on 378 metriä , leveys 26,4 metriä ja pylonien korkeus 59,6 metriä.



Kuva 11. Tien reunalla oleva kevyen liikenteen väylä on erotettu ajoradasta kaiteella, johon sillan kohdalle on kiinnitetty läpinäkyvä meluaita. Kaide on pinnoitettu jol-lakin teflonin tapaisella aineella.

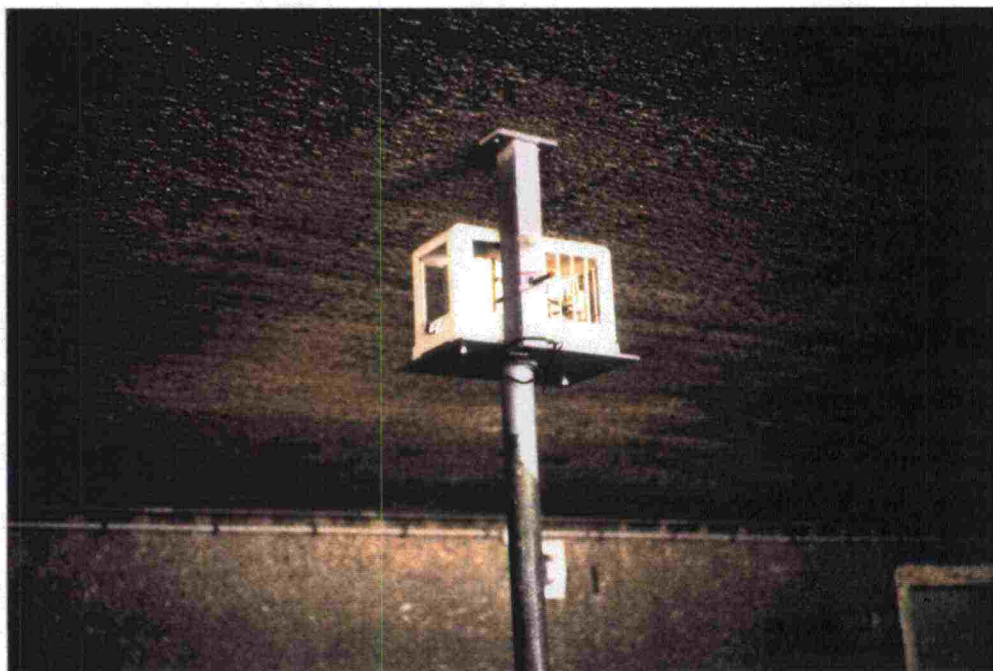


Kuva 12. Maatuilla on mahtavat betonirakenteiset ankkurointikammiot, jotka ovat esimerkillisen siistit. Kammioihin johtaa pitkät portaat ja niissä on tehokas valaistus, kuivatus ja ilmanvaihto. Itse ankkurilaitteet ovat valtavat teräsrakenteet ja ne on huolellisesti suojattu ruostumiselta.



Kuva 13. Betonisen kansilaatan alapinnassa on vuotavia halkeamia ja raudoitusta on piikattu näkyviin vaurioiden laajuuden selvittämiseksi.





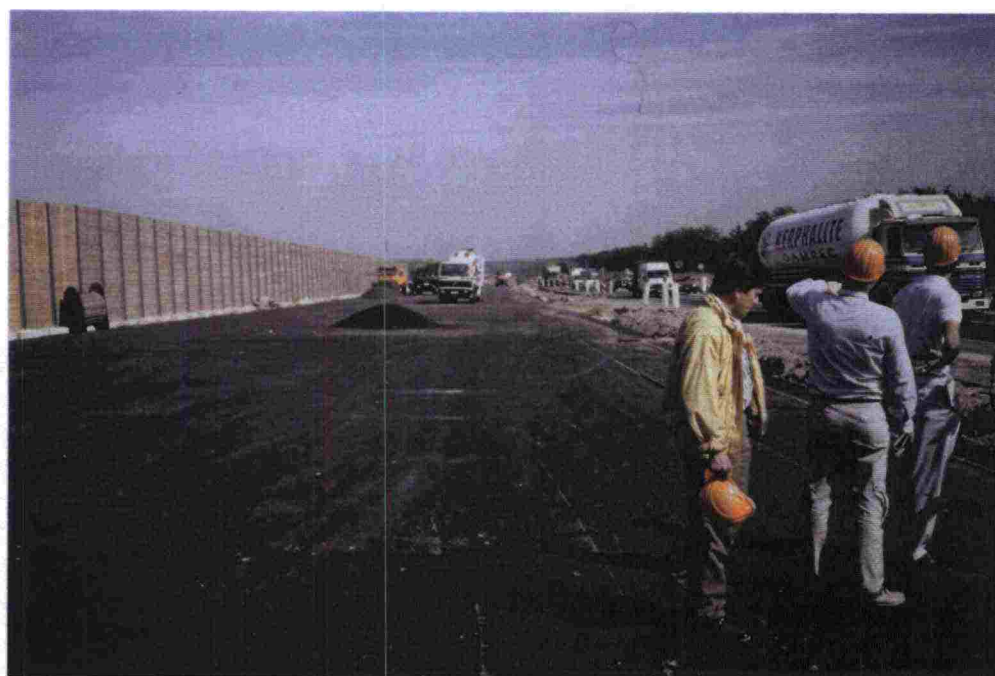
Kuva 14. Mittauslaite laakeritasolla sillan liikkeiden seurantaan varten.



Kuva 15. Maatuen yläosan betonointityö. Huomiota kiinnitti valuporukan mieslukuisuus ja sääntillinen kypärien käyttö. Työsuojeluasiat näyttivät muutenkin olevan hyvin hallinnassa.

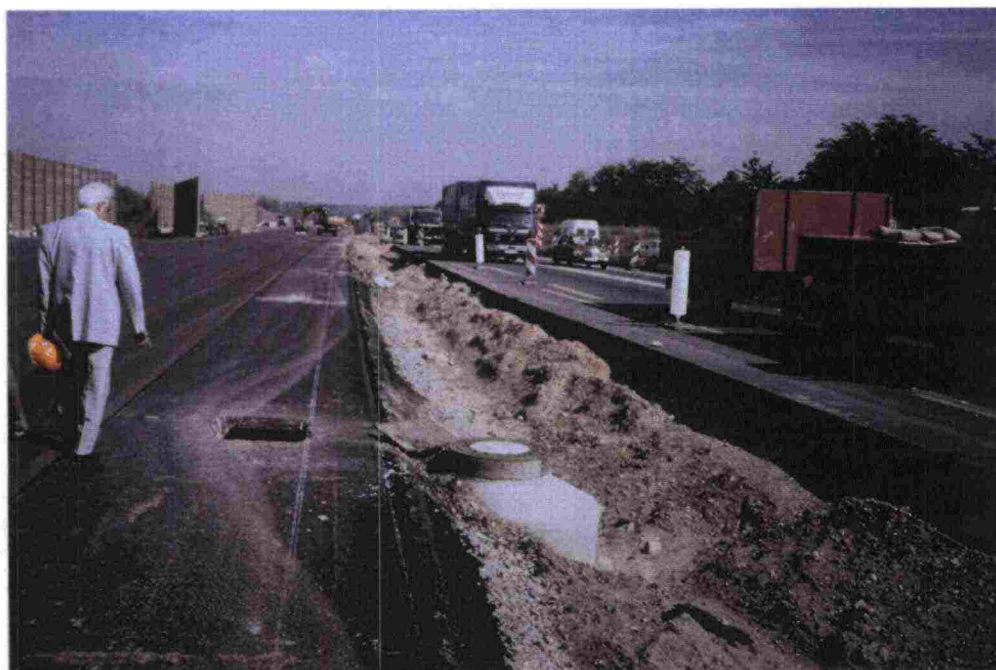


Kuva 16. Sillan tulopenkereelle rakenteilla oleva meluaita on tilapäisesti tehty lautarakenteisena. Meluaita on perustettu  $D=500$  betonipaaluille k 2000. Paalujen yläpäitä yhdistää elementtipalkki.



Kuva 17. Tulopenkereillä olivat päällystystyöt menossa. Liikenteellä olevalla 4-kaistaisella tiellä oli jatkuva liikennevirta.

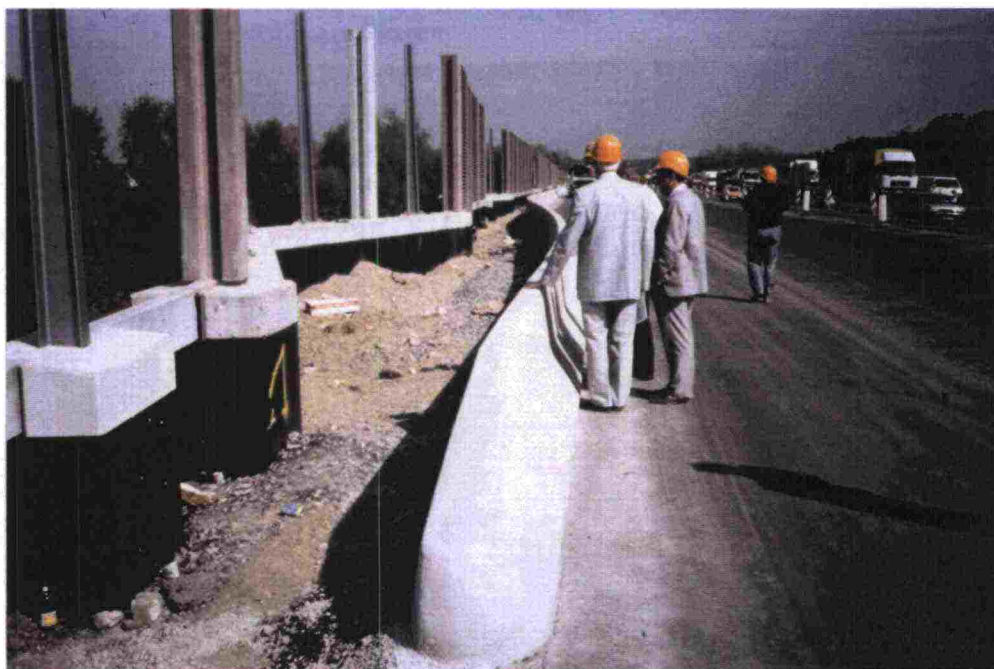




Kuva 18. Parannustyö sijaitsee pohjavesialueella. Ajouradan kuivatus toteutetaan tehokkaasti saksalaiseen tyyliin niin, ettei ajoradan vesien sallita imeytyä maahan.



Kuva 19. Osa meluaidasta rakennetaan lasista. Lasielementti koostuu kahdesta n. 20 mm paksusta levystä, joiden väliin on liimattu muovikalvo. Ratkaisu on esteettinen, mutta hintava. Lasimateriaali soveltuukin käytettäväksi kaikkein vaativimmissa kohteissa.



Kuva 20. Suomalaisesta nykykäytännöstä poiketen Saksassa betonirakenteiden maata vasten olevat pinnat suojataan bitumisivelyllä. Meluaidan edessä on betonikaide, joka on vilkasliikenteisillä moottoriteillä nykyisin käytetty kunnossapitoystävällinen ratkaisu.



Kuva 21. Betoninen absorboiva meluaita on lasiaitaa selvästi halvempi ratkaisu.



ARTO KARI:

# K Ö L N I N M O O T T O R I T I E M E S T A R I P I I R I

Saksassa tiemestaripiirit jakautuvat siten, että moottoriteilla on omat tiemestaripiirit, jotka huolehtivat ainoastaan oman alueensa moottoriteiden kunnossapidosta ja huollosta.

Muiden teiden kunnossapito kuuluu muille eri tiemestaripiirien yksiköille.

Tiemestaripiiriverkosto Saksassa on tiheä.

Kölnin moottoritiemestaripiirille kuului n. 87 km moottoritietä eritasoliittymineen.

Vilkkaimpien moottoritieosuuksien liikennemäärät olivat n. 90 000 ajon/vrk.

Tietyillä moottoritieosuuksilla ongelmana oli sakean sumun esiintyminen, jonka vuoksi kriittisimmille paikoille oli asennettu automaattiset tunnistimet, jotka mittaavat kulloisenkin näkyvyyden. Näkyvyyden heikentyessä tarpeeksi automatiikka hoitaa tarpeelliset varoitukset ja nopeusrajoitusten muutokset muuttuville opastinlaitteille.

Moottoriteiden varsilla oli myös hätäpuhelinjärjestelmä, joiden valvonta oli paikallisessa tiemestaripiirissä.

Moottoriteille oli asennettu silmukat, joiden avulla tiemestaripiirissä valvottiin mm. liikenteen nopeuksia, -määrää, -koostumusta ym.

Kölnin moottoritiemestaripiirissä työskenteli 55 henkilöä. Tiemestaripiirin päällikkö ja hänen sijaisensa olivat koulutukseltaan insinöörejä.

Heidän apunaan piirissä työskenteli kolme rakennusmestari-tasoisien koulutuksen saanutta henkilöä.

Tiemestariiripiirissä oli oma kalusto ja kunnossapitotyöt tehtiin omana työnä. Henkilökunta hoitaa myös alueellaan tapahtuvien pienten rakennushankkeiden valvonnan.

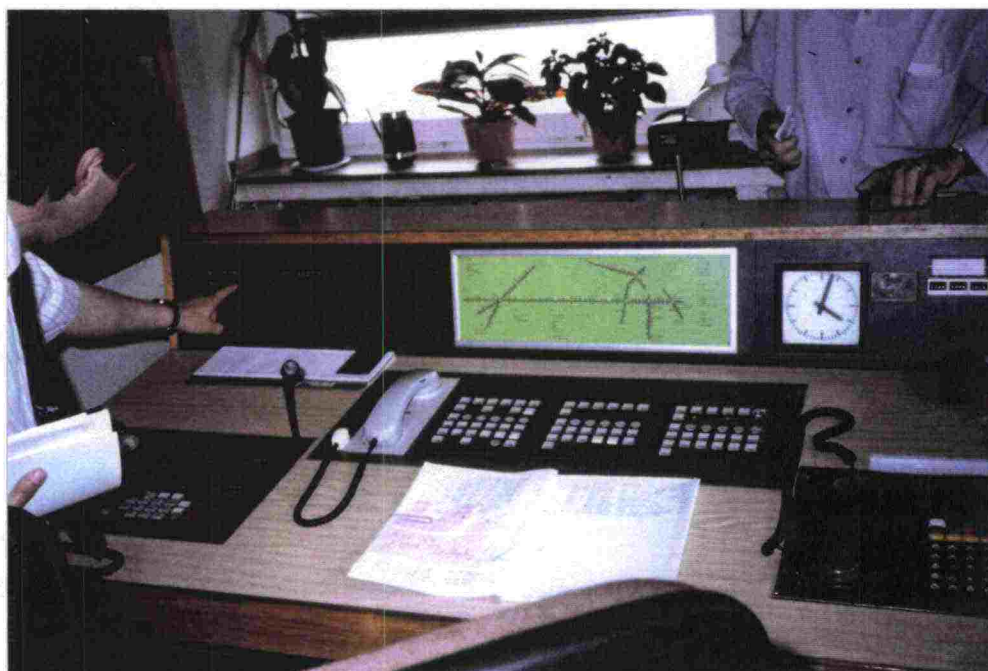
Keskustelusta tiemestaripiirin päällikön kanssa sai sen kuvan, ettei Suomesta tuttu kustannusten jatkuva karsiminen olisi heillä ongelma. Rahaa tuntui olevan käytettävissä sen verran, kun sitä tarvittiin. Pääasia oli, että liikenne moottoriteilla sujui turvallisesti ja mahdolliset onnettomuudet pystyttiin eliminoimaan minimiin.

Tiemestaripiiri vastaa myös alueen rakennustyömaiden liikennejärjestelyistä.

Tiemestaripiirin rahankäyttö on 4-6 miljoonaa saksan markkaa vuodessa.



Kuva 1. Ajouradan yläpuoliset muuttuvat opastustaulut, joiden avulla liikennettä voidaan tiemestariپییرistä käsin opastaa käyttämään haluttuja kaistoja ja nopeutta.



Kuva 2. Tiemestariپییرin valvontakeskukseen tulee moottoreilta informaatiota sääolosuhteista, liikenteen määrästä ja nopeudesta, onnettomuuksista jne. Tietoa tulee automaattisesti ja hätäpuhelinverkoston välityksellä. Valvontakeskuksessa päätetään tarvittavista toimenpiteistä ja käskyt välittyvät kunnossapidosta vastaaville yksiköille, muuttuville liikenteenohjauslaitteille, poliisille jne.





Kuva 3. Kölnin tiemestaripiirin tukikohta vastaa kooltaan ja varustukseltaan likimain meikäläistä isohkoa tiemestari-piiriä.



Kuva 4. Huomiota kiinnitti tukikohdan siisteys. Kaikelle kalustolle ei ollut sisävarastotilaa, vaan mm. talvikunnossapitokalustoa oli ulkosallakin.

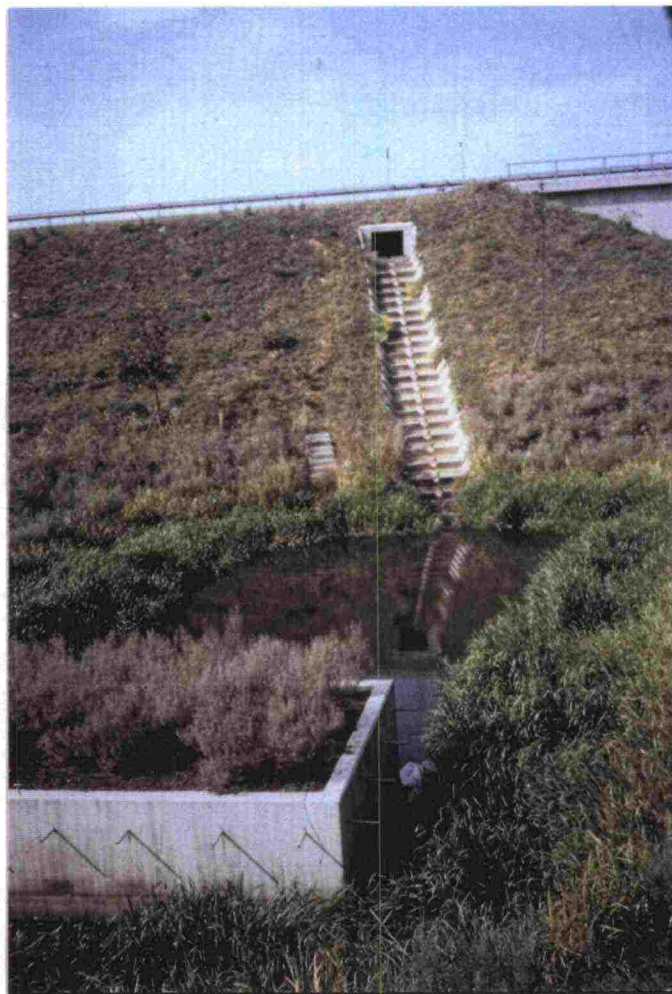


Kuva 5. Moottoritiet pidetään talvella suolan avulla lumetomina, joten suolauskalustoa täytyy olla riittävästi.



Kuva 6. Kun keskitytään teiden kunnossapitoon, saattaa oman tukikohtarakennuksen seinäpilarille käydä näinkin.





Kuva 7. Saksassa moottoriteiden rakentaminen edellyttää tavallisesti laajamittaisen ympäristönsuojeluohjelman toteuttamista. Ohjelmaan kuuluu mm. meluntorjunta- ja vesiensuojelutoimenpiteitä sekä eläin- ja kasvikunnan elinmahdollisuuksien säilyttämiseen tähtäviä toimenpiteitä. Viimeksimainittuja edusti erääseen moottoriteiden eritasoliittymään rakennettu sadevesien puhdistusjärjestelmä luonnonympäristöineen. Sadevesiviemärit purettiin selkeytysaltaaseen, josta ne etualalla olevan hiekkasuodattimen kautta johdettiin alempiin altaisiin.



Kuva 8. Alemmat altaat toimivat biologisina puhdistamoina, joissa vesi puhdistuu juomakelpoiseksi. Lammikoiden rannalla elää ja pesii lukuisia eläin- ja lintulajeja ja esim. lintuja varten on alueelle pystytetty istumisorsia.

## RUNO UUSITALO:

P Ä Ä L L Y S T E E N   K U L U T U S P I N T A   J A  
L I I K E N N E M E L U

Esitelmä pe 13.9.1991 G. Descornét/ Belgian Tietutkimuskeskus

### Kulutuspinnan optimointi

Päällysteen kulutuspintaa arvostellaan seuraavien tekijöiden kannalta (9kpl):

- melu
- tärinä
- sumu, joka syntyy autojen renkaista sa-  
teella
- optiset ominaisuudet (valoisuus, valon-  
heijastuvuus)
- dynaamisen kuorman kesto (tasaisuus)
- ajoneuvon kuluminen (esim. iskunvaimenti-  
met ym.) ja renkaiden kuluminen
- vierintävastus (vaikuttaa ajokustannuk-  
siin)
- tärinä ja melu ajoneuvon sisällä
- ajoneuvon ulkopuolelle suuntautuva melu.

Monet näistä ominaisuuksista ovat keskenään osit-  
tain ristiriitaisia. Tästä johtuen luovuttiin ns.  
yleisoptimoinnista. Toisin sanoen luovuttiin sel-  
laisen päällysteen etsimisestä, joka vaikuttaisi  
positiivisesti kaikkiin em. ominaisuuksiin. Siksi  
rajoituttiin optimoimaan

- kitkaa
- melua
- ajokustannuksia.

Näistä melun ja vierintävastuksen optimointi muo-  
dostui tärkeimmäksi tutkimusalueeksi.

Tutkimuksissa todettiin, ettei kitkan ja melun vä-  
lillä ole korrelaatiota (liikenneturvallisuus ei  
vaarannu vaikka melua vähennetään). Lisäksi todet-  
tiin, että silein päällyste ei ole hiljaisin.

### Mittausauto ja melun syntyminen

Tietutkimuskeskuksessa on kehitetty mittausauto,  
jolla on mahdollisuus mitata päällysteen pinnan  
tasaisuutta ja melua sekä auton sisällä että ulko-  
puolella.

Tutkimusyksikkö on mitannut ja tutkinut tällä mit-  
tausautolla useita tuhansia eri kulutuspinnoja.

Auton koneen (moottori ja voimansiirto) melun ja  
rengasmelun erittely on ollut mahdollista tekemäl-  
lä mittauksia auton tyhjäkäynnin aikana.



Näissä mittauksissa on todettu, että rengasmelu on aina hallitseva verrattuna auton koneen meluun (esim. ajettaessa 4.-vaihteella rengasmelu on selvästi hallitsevin).

Tutkituista kulutuspinnoista hiljaisimman ja äänekäimmän pinnan välillä on yli 10 desibelin ero. Tämä vastaa liikennemäärän kymmenkertaistumista.

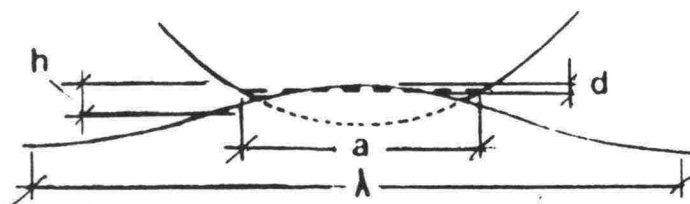
Tutkimuksissa on selvitetty rengasmelun syntyneen siitä, että rengas prässää ilmaa päällysteen pinnassa oleviin koloihin, ja ääni syntyy siitä, kun paine purkautuu. Tältä pohjalta ryhdyttiin selvittämään, mikä on päällysteen pinnan optimikarkeus (aallon pituus).

## Termit

### Megatekstuuri

$$\lambda \gg a/2$$

$$d \ll h$$

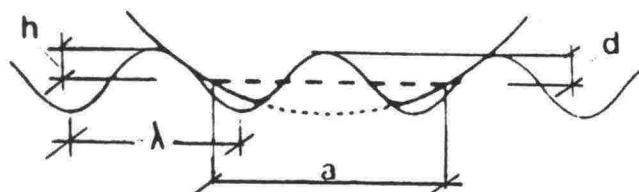


Melu suurimmillaan. Megatekstuuri antaa suuren vierintävastuksen.

### Makrotekstuuri

$$\lambda \approx a/2$$

$$d \approx h$$

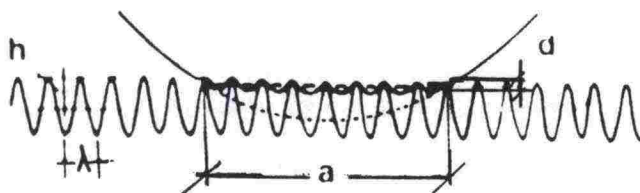


Paras tulos saavutetaan, kun makrotekstuuri on suurimmillaan ja megatekstuuria ei ole ollenkaan.

### Mikrotekstuuri

$$\lambda \ll a/2$$

$$d \ll h$$



Tällä ei ole oleellista merkitystä melun syntyyn.

## Tuloksia

Melu on suurimmillaan kun aallonpituus on 10 - 20 cm (kriittinen aallonpituus) ja pinta on sileä (vrt. katukiveys).

Yksittäisistä päällystetyypeistä vettäläpäisevä asfaltti on todettu hiljaiseksi, koska paine pääsee tunkeutumaan päällysteen sisään. Tällä päällysteellä ei myöskään ole paljon megatekstuuria. Vettäläpäisevällä päällysteellä ajettaessa myös auton sisälle tuleva melu on pieni.

Raekoon suuresta vaihtelusta seuraa megatekstuuuri (vrt. Ab-20...Ab-25). Tilannetta pahentaa vielä, mikäli massan levityspalkki aiheuttaa ns. pyykkilautatärinää (n. 20...30 cm:n aallonpituista poikkittaisepäätasaisuutta).

Pesubetonipintainen sementtibetonilaatta täyttää belgialaisten vaatimukset vaikka onkin 3 desibeliä äänekkäämpi kuin vettäläpäisevä asfaltti.

Belgian vanhimmat vettäläpäisevät asfaltit ovat 8 vuoden ikäisiä. Vettäläpäisevien päällysteiden huonoihin ominaisuuksiin kuuluu niiden "tukkeutuminen", joka estää veden imeytymisen. Tukkeutuminen ei kuitenkaan merkittävästi lisää melua, koska paine pääsee kuitenkin purkautumaan huokosten kautta.

## Vierintävastuksen mittaaminen

Belgian Tietutkimuskeskuksen laboratoriossa on kehitetty ensimmäisenä maailmassa vierintävastuksen mittauslaite.

Vierintävastusta mitattaessa mitataan jatkuvasti myös mittauslaitteen renkaan lämpenemistä. Renkaan lämpeneminen vaikuttaa ratkaisevasti renkaan ominaisuuksiin, ja tämän vuoksi lämpötilatiedolla korjataan vierintävastusarvoa. Renkaan lämpötilan mittaus on tärkein korjaustekijä vierintävastusta määrättäessä.

Tämän mittauslaitteen perusarvo on määrätty Pariisissa erittäin sileällä epoksinnoitteella, jonka kitka-arvo on mahdollisimman pieni.

Tutkituista pinnoitteista sileimmän ja karkeimman vierintävastusarvot eroavat 50 % toisistaan. Mikäli vierintävastus kaksinkertaistuu, se aiheuttaa jopa 10 %:n lisäyksen polttoainekulutukseen.

## Motto

Megatekstuurin poistaminen

1. pienentää melua ja
2. vähentää polttoaineen kulutusta.

Pinnan kiviaineksen pitää olla ns. kapea lajite (esim. 12-16 mm).



## Lopputulos

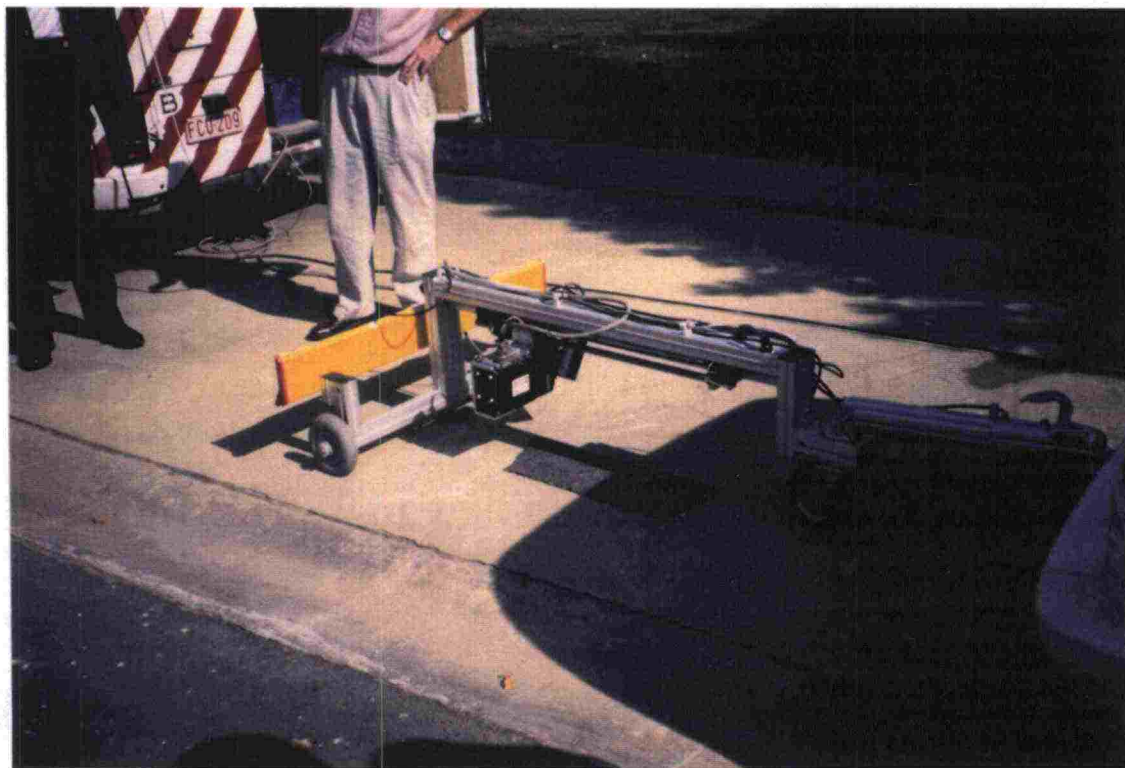
Tutkimuksissa melun kannalta parhaimmiksi päällysteiksi on todettu:

1. Vettäläpäisevä asfaltti
2. Pesubetonipinta

Em. päällysteet parantavat kaikkia alussa mainittuja ominaisuuksia, lukuun ottamatta rengaskulutusta, jota ei ole saatu näillä päällysteillä vähentämään.



Kuva 1. Melumittausauton tietotekniikkaa. Mittausautona toimiva tilava pakettiauto on varustettu melumittausantureilla ja mikrotietokoneella, joka rekisteröi, käsittelee ja printtaa tulokset.



Kuva 2. Päällysteen tasaisuuden mittauslaite. Laitetta vedetään henkilöauton perässä. Mittauksen ajaksi auto pysäytetään siksi kunnes palkissa liikkuva tutka tekee mittaukset.